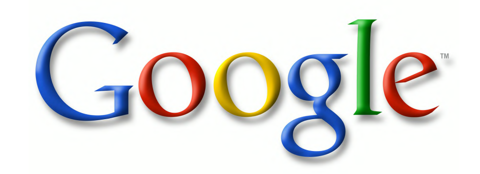
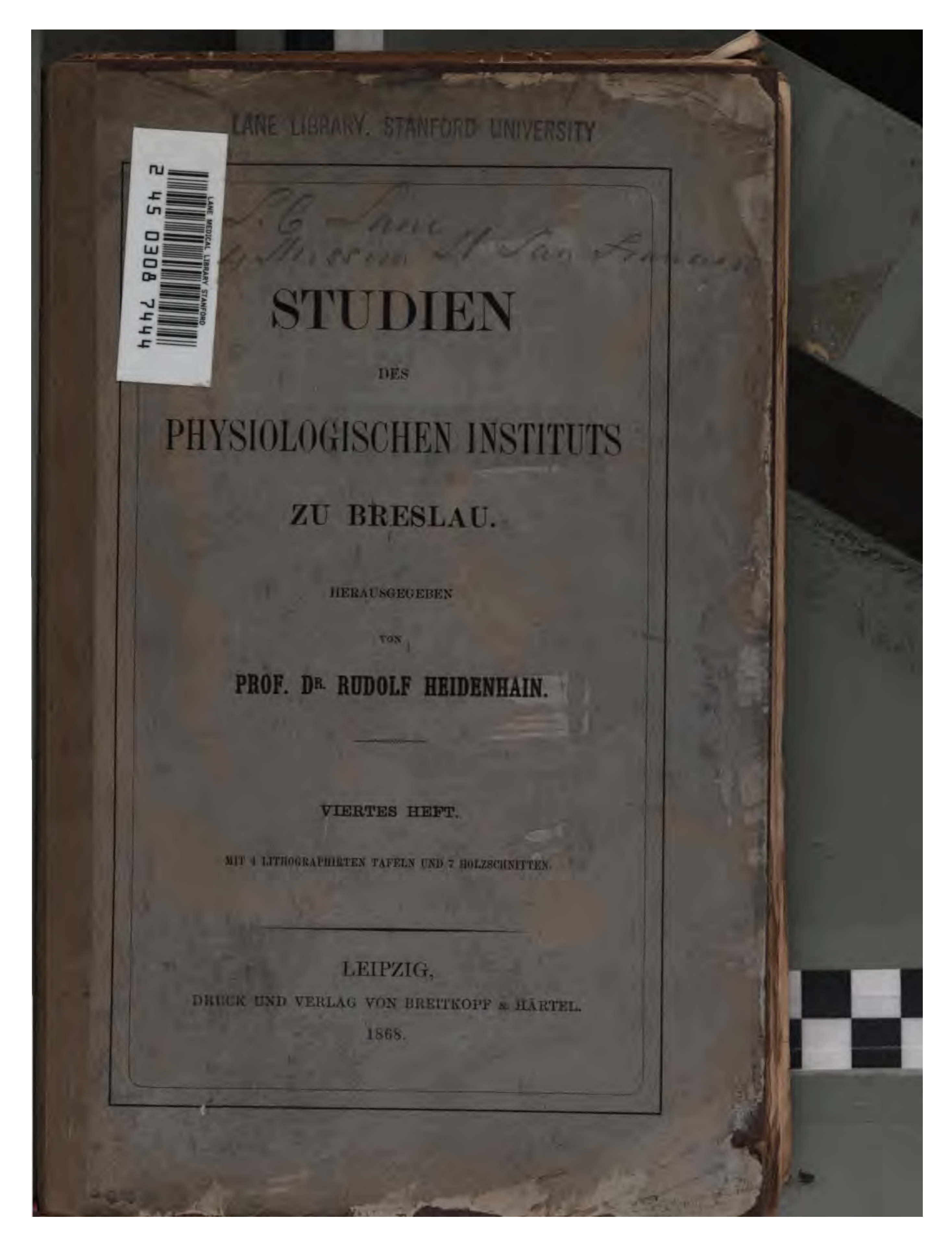




STUDIEN

DES

PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS

ZU BRESLAU.

HERAUSGEGEBEN

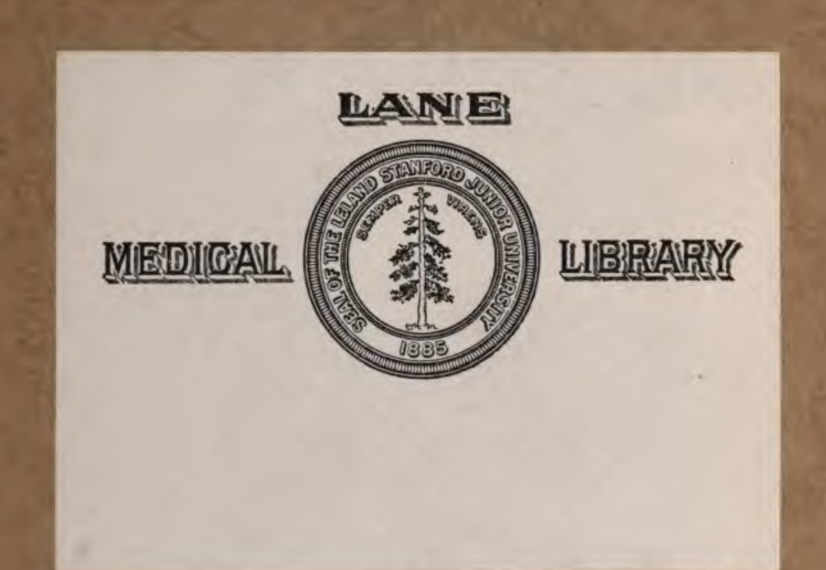
VON

PROF. DR. RUDOLF HEIDENHAIN.

VIERTES HEFT.

MIT 4 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 7 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,
DRUCK UND VERLAG VON BREITKOPF & HÄRTEL.
1868.


LANE
MEDICAL
LIBRARY
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
SEMPER VIRENS
1885

STUDIEN

Inhalts-Verzeichniss.

I.

Beiträge zur Lehre von der Speichelabsonderung.

Von

R. Heidenhain.

Das grosse Interesse, welches seit einer Reihe von Jahren, angeregt durch die bahnbrechenden Arbeiten LUDWIG's und seiner Schüler, die Forscher der Physiologie der Speicheldrüsen zugewandt haben, beruht nicht sowohl auf der unmittelbaren Wichtigkeit dieser Drüsen für die Vorgänge der Verdauung und Ernährung*), als auf dem Umstande, dass diese Organe alle Aussicht geben, die wichtige Frage nach einer unmittelbaren Einwirkung der Nerven auf die trophischen Vorgänge zu einer, so scheint es, zweifellosen Entscheidung zu bringen und damit ein neues Princip der Nervenwirkungen von sicherlich sehr erheblicher Tragweite für die Physiologie und Pathologie zu erringen, welches die Wissenschaft zwar seit lange gesucht, aber noch an keiner Stelle ihres Gebietes als unbestreitbares Eigenthum erworben hat.

Zwar hat bereits LUDWIG in seiner ersten Arbeit über den uns beschäftigenden Gegenstand durch meiner Ansicht nach schlagende Beweise dargethan, dass man mit der Einwirkung der Nerven auf die glatte Musculatur der Gefässe und etwaige contractile Elemente der Drüsengänge nicht ausreiche, um die Absonderungserscheinungen, welche an der Gld. submaxillaris des Hundes durch die Nervenerregung hervorgerufen werden,

*) Nach FEHR können die gesammten Speicheldrüsen des Hundes ohne wesentliche Beeinträchtigung der Ernährung entfernt werden.

ausreichend zu erklären. Er hat sich gegenüber der überkommenen Anschauung, nach welcher Nerven nur auf empfindende und contractile Gebilde wirken könnten, zur Deutung der von ihm beobachteten Erscheinungen der Ansicht zugewandt, dass die Nerven in unmittelbarer Weise »auf die chemischen Eigen»schaften der Theilchen, welche die Drüsen- und Blutgefäss»membranen constituiren, einwirken und in Folge dieser Verän»derung in vorerst nicht näher bestimmbarer Weise die endos»motischen Fähigkeiten der Drüse verstärkt, geschwächt und ver»ändert werden, um so die Secretion zu erwecken, zu beschleu»nigen oder umzuändern.«

Die Grundanschauung dieser Hypothese hat in Deutschland vielfach Eingang gefunden und ist noch in jüngster Zeit durch PFLÜGER weiter ausgeführt worden, indem dieser Forscher annimmt, dass die Nerven in den Drüsenzellen die Entstehung chemischer Verbindungen, zu denen sie (die Nerven) vielleicht selbst Constituenten liefern, anregen, welche die Eigenschaft schwerer Diffundirbarkeit mit einem hohen endosmotischen Äquivalente oder wenigstens einer starken Affinität zum Wasser in statu nascenti verbinden.

Indess trotz vielseitiger Beistimmung hat die erörterte Annahme einer unmittelbaren Einwirkung der Nerven auf die chemischen Vorgänge in der Drüse sich nicht durchweg Bahn brechen können, und es ist namentlich bemerkenswerth, dass ein sehr glücklicher Forscher auf diesem Gebiete, CL. BERNARD, offenbar geleitet durch den im Allgemeinen ja vollkommen gerechtfertigten Wunsch, neue Elemente der Erklärung in die physiologischen Theorieen nicht eher aufzunehmen, bis sie ganz unabweislich gefordert werden, bei der ältern Hypothese stehen geblieben ist, dass die Secretion, welche unter dem Einflusse der Nervenreizung eintritt, Folge der von ihm entdeckten Änderung der mechanischen Circulationsverhältnisse in dem Organe sei. *)

---

*) Es liegt den Zwecken des vorliegenden, ohnehin ausgedehnten Aufsatzes völlig fern, die Ergebnisse der zahlreichen werthvollen Arbeiten,

Geleitet durch die schon oben ausgesprochene Überzeugung, dass die Frage nach den trophischen Nerven zuerst an den Speicheldrüsen zum Austrage kommen werde, habe ich im Jahre 1863 die medicinische Facultät hiesiger Universität veranlasst, die Endigung der Nerven in den Speicheldrüsen zum Gegenstande einer Preisaufgabe zu machen. Die damals eingegangenen und später als Dissertationen veröffentlichten Arbeiten von B. Reich und H. Schlüter führten zur Entdeckung der Ganglienzellen in den Drüsen, welche inzwischen gleichzeitig von W. Krause gemacht und bereits veröffentlicht wurde, bevor jene Dissertationen erschienen. Auch zu der Lösung der Hauptfrage nach den Nerven-Endigungen wurden in jenen beiden Arbeiten einige Beiträge geliefert.*) Hr. Schlüter begann dann im

---

welche in den letzten anderthalb Jahrzehnten bezüglich der Speichelsecretion veröffentlicht worden sind, in auch nur kurzem Abrisse wiederzugeben. Der Raumersparniss wegen lasse ich auch alle ausführlicheren Citate aus dem Texte fort und begnüge mich mit einer Zusammenstellung der von mir erwähnten Literatur am Ende der Arbeit.

*) Die Arbeit von Hrn. Schlüter scheint bekannter geworden zu sein, als die des Hrn. Reich, weshalb ich aus der letzteren Einiges hervorhebe. — R. ging von denselben Anschauungen aus, die später Pflüger in seinen Untersuchungen geleitet haben. Es heisst in der Dissertation S. 21: »Ludovicum constat detegisse, nervorum in salivae secretionem vim non intercedentibus vasis neque tensione sanguinis neque musculorum actione effici, sed nescio quo pacto ipsam glandulam irritare. Jam hoc et praeterea lex illa hodie ab omnibus physiologis sancita, nervos neque *in distans agere posse* neque unquam libero fine praeditos esse, nervorum et acinorum cohaesionem probabilem reddunt.« — R. beschreibt sodann die, übrigens früherhin schon bekannte, Theilung der Nervenprimitivfasern, den Übergang der markhaltigen Fasern in feinste marklose, von welchen er wahrgenommen zu haben angiebt, dass sie mit Zurücklassung der Schwann'schen Scheide in die acini eintreten. Da er aber andrerseits von den intraacinösen Zellen Ausläufer ausgehen sah, die ganz jenen feinsten Nervenfasern glichen, so glaubt er, dass die letzteren sich direct in die Zellausläufer fortsetzen, obschon er den Übergang niemals beobachtet hat. — Ausserdem giebt R. mit Bestimmtheit an, die Fortsetzung feinster Nervenfasern in die Epithelzellen der Ausführungsgänge wiederholt gesehen zu haben. Danach würden die Nervenfasern also eine zwiefache Endigung an zwei verschiedenen Orten finden. Das hauptsächlichste Untersuchungsobject war der Maulwurf. —

Jahre 1865, angeregt durch das Interesse des Gegenstandes, in Gemeinschaft mit mir eine experimentelle Untersuchung, die sich namentlich auf die anatomischen Veränderungen der Drüsen durch ihre Function und auf die morphologischen Bestandtheile des Speichels bezog. Leider blieb mein eifriger und talentvoller Schüler nur kurze Zeit mein Arbeitsgenosse, so dass ich vom Sommer 1865 ab die Untersuchung, deren Resultate den Inhalt der folgenden Arbeit bilden, allein fortführte, wo es nöthig war, auf das Lebhafteste unterstützt durch meine früheren und jetzigen Assistenten, Prof. WALDEYER hierselbst, Prof. NAWROCKI in Warschau, Dr. WERNER SCHMID und Dr. PILZ, deren unermüdliche Bereitwilligkeit ich dankbar anerkenne.*)

Die folgenden Blätter werden, hoffe ich, das Material zu einer dereinstigen Theorie der Speichelsecretion vermehren, aber eine solche Theorie nicht fertig liefern. Hypothesen, deren einzelne Glieder nur zum Theil thatsächlich erwiesen sind, aufzustellen, mag lockend genug sein; ich ziehe es vor, in den theoretischen Erörterungen nicht weiter zu gehen, als die unmittelbaren Beobachtungen es mit Sicherheit gestatten. Die letzteren sind an etwa hundert und zwanzig Versuchsthieren, zum grössten Theile Hunden, zum kleineren Theile Schafen und Kaninchen, angestellt, und beziehen sich vorzugsweise auf die Unterkieferdrüse. Die über die Gld. sublingualis gesammelten Erfahrungen werde ich anhangsweise in einem besondern Capitel mittheilen.

H. SCHLÜTER, der ebenfalls die Ganglienzellen, die Theilung der Nervenprimitivfasern in blasse Fäden beobachtete und die Ausläufer der Speichelzellen in der Unterkieferdrüse des Hundes wahrnahm, konnte die feinsten Nervenfasern nur bis an die acini heran verfolgen, ohne einen Übergang in die Speichelzellen zu sehen.

*) Einige Einzelnheiten meiner Versuchsergebnisse sind von mir theils im medicinischen Centralblatte (1866. p. 130), theils in den Sitzungen der medicinischen Section der schlesischen Gesellschaft (vom 19. Januar und 27. April 1866, vom 1. November 1867) mitgetheilt worden.

Cap. I.

Bemerkungen über den Bau der Unterkieferdrüse.

§. 1. Allgemeines; Untersuchungsmethoden.

Die nachfolgenden Zeilen beanspruchen nicht eine vollständige Darstellung des Baues der Speicheldrüsen zu geben; sie schliessen sich an den späteren experimentellen Theil meiner Arbeit an und beziehen sich deshalb ganz vorzugsweise auf den Bau des secernirenden Drüsenparenchyms. Die Drüsennerven habe ich seit dem Erscheinen der Arbeit von PFLÜGER nicht mehr zum Gegenstande eingehenderer Berücksichtigung gemacht, weil mir bekannt wurde, dass ein befreundeter Forscher sich damit beschäftige.

Die Speicheldrüsen zeigen in ihrem Baue bei verschiedenen Thieren bedeutende Verschiedenheiten, die kennen zu lernen um so interessanter ist, als denselben ganz bestimmte Verschiedenheiten des Secretes, welches sie liefern, entsprechen.

Während noch die meisten neueren Lehrbücher alle Schleim- und Speicheldrüsen nach demselben althergebrachten Schema beschreiben, selbst CL. BERNARD in seinen ausführlichen Vorlesungen über die Speichelsecretion sich dahin äussert, dass die Schleim- und die eigentlichen Speicheldrüsen keinen wirklichen Unterschied zeigen, — hat wohl zuerst HENLE mit grösserer Bestimmtheit als irgend einer seiner Vorgänger darauf aufmerksam gemacht, dass die acinösen Drüsen in ihren Endbläschen sehr verschiedene Elemente an verschiedenen Orten des Körpers enthalten. Theils nach anatomischen, theils nach physiologischen Gesichtspuncten stellt er die Schleimdrüsen den übrigen, in eine Kategorie nicht zu vereinigenden traubenförmigen Drüsen gegenüber. Unter den Speicheldrüsen zählt er zu den ersteren die Gld. submaxillaris und sublingualis, sie von der Parotis als der eigentlichen specifischen Speicheldrüse unterscheidend.

Aber derartige Differenzen des Baues, welche HENLE Veranlassung zu dieser Eintheilung geben, weisen nicht bloss die-

jenigen Speicheldrüsen auf, welche die descriptive Anatomie wegen ihrer verschiedenen Lage mit verschiedenen Namen bezeichnet. Auch die gleichnamigen Speicheldrüsen verschiedener Säuger sind histologisch wie physiologisch verschiedene Organe. Diese Behauptung rechtfertigt sich durch eine genauere Untersuchung der Unterkieferdrüse des Kaninchens, des Hundes und des Schafes. Die der beiden ersteren Thiere sind bereits von Pflüger, die des zweiten von Gianuzzi beschrieben worden. Doch hat Pflüger die Differenzen der Hunde- und der Kaninchendrüse nicht in dem verdienten Maasse gewûrdigt.

Zur histologischen Untersuchung der Drüsen habe ich sehr verschiedene Methoden angewandt. Zunächst wurden die frischen Organe, am besten in der von ihnen secernirten Flüssigkeit, im Nothfalle in humor aqueus untersucht. Zu einer gründlicheren Erforschung ist aber die Anwendung chemischer Agentien unerlässlich, die jedes für sich eine grössere oder geringere Veränderung der natürlichen Beschaffenheit der histologischen Elemente hervorrufen, welche man vorsichtig beurtheilen muss, um zu verwerthbaren Aufschlüssen zu gelangen. Als Macerationsflüssigkeiten zur Anfertigung von Zerzupfungspräparaten dienten Iodserum oder ein durch Versetzen des von den Drüsen secernirten Speichels mit Iodlösung dem Iodserum nachgebildeter Iodspeichel; ferner Chromsäurelösungen (je nach Umständen $^1/_{32}$ Gran bis $^1/_2$ Gran auf eine Unze Wasser), Lösungen von doppelt chromsaurem Kali ($^1/_4$ Gr. bis 15 Gr.). Für die Unterkieferdrüse des Hundes empfiehlt sich successive Behandlung mit $^1/_{32}$ gräniger Chromsäurelösung, die nach 24 Stunden durch eine Lösung von $^1/_{32}$ Gr. Chromsäure und 1 Gran doppelt chromsaures Kali auf die Unze ersetzt wird. Auch leistet 24stündige Maceration in sehr verdünnter Essigsäure (0,2 % Eisessig) und darauf folgendes Einlegen in Chromsäure ($^1/_{16}$ Gran) für manhe Zwecke gute Dienste.

Zur Anfertigung von Durchschnitten habe ich mit Vorliebe die Erhärtung der dem Thiere frisch entnommenen Drüsen in absolutem Alkohol benutzt. Der letztere ist für viele Organe ein ganz vorzügliches, die natürlichen Formen erhaltendes

Mittel, wenn man die Vorsichtsmassregel beachtet, erstens die Organtheile nur ganz frisch einzulegen und zweitens auf ein verhältnissmässig kleines Organstück eine verhältnissmässig grosse Alkoholmenge einwirken zu lassen, damit der Alkohol durch das den Geweben entzogene Wasser nicht merklich verdünnt wird und die Fällung der Albuminate in den Elementartheilen möglichst schnell geschieht. — Die feinen Durchschnitte derartig erhärteter Drüsen wurden in der von Beale (How to worth with the microscope. Third edition. London 1865. S. 201) angegebnen Carminlösung (Carmin 10 Gran, conc. Ammoniakflüssigkeit $1/2$ Drachme, conc. Glycerin 2 Unzen, destill. Wasser 2 Unzen, Alkohol $1/2$ Unze) in einem Uhrschälchen gefärbt, sodann mit einer Mischung von 2 Th. Glycerin und 1 Th. Wasser, darauf mit concentrirtem Glycerin (spec. Gew. 1026), das mit Essigsäure angesäuert war, ausgewaschen und in der letzteren Flüssigkeit aufbewahrt. Die Färbung darf nicht zu stark sein, wenn man die später zu beschreibenden Elemente der Randzone in den Acinis der Hundedrüse erkennen will. Das Carminroth bekommt eine sehr brillante Nüance, wenn man zwei Uhrschälchen neben einander unter eine Glocke stellt, das eine mit der die Schnitte enthaltenden Carminlösung, das andere mit durch Essigsäure angesäuertem Wasser. Die langsam verdunstende Essigsäure führt allmähliche Neutralisation des überschüssigen Ammoniaks herbei. Doch darf man dieselbe nicht so weit gedeihen lassen, dass die in die Schnitte eingedrungene Carminlösung körnig gefällt wird. Trifft man den richtigen Punct der Neutralisation, so erhält man einen sehr schönen Farbenton und die Tinction wird dauerhafter als wenn sie mit der ammoniakalischen Lösung für sich ausgeführt wurde.

Allen Fachgenossen wird die leidige Erfahrung bekannt genug sein, dass mit Glycerin eingekittete Carminpräparate mit der Zeit sich bis zur Unkenntlichkeit entfärben. Ich habe die Bemerkung gemacht, dass die Dauer der Färbung der Schnitte eine sehr viel grössere wird, wenn man dieselben, statt sie einzukitten, in offenen Schälchen oder kleinen Gläschen bei Luftzutritt aufbewahrt.

Gelegentlich sei noch eine gute Methode erwähnt, die Verbreitung der Nervenstämmchen in der Drüse bis zu den feinsten Zweigelchen hin nebst den eingestreuten Ganglien zu untersuchen. Sie besteht in der 24stündigen Digestion kleiner Drüsenstückchen mit künstlichem Froschmagensafte (siehe meine Mittheilungen in DU BOIS und REICHERT Archiv 1860. S. 688) bei etwa 30—35° C. Das Bindegewebe wird zum grössten Theile gelöst, während die Verzweigungen der Ausführungsgänge, der Gefässe und der Nerven widerstehen. Die Drüsenzellen werden stark verändert, so dass solche Präparate über den Bau derselben keinen Aufschluss geben. Salzsäure von 0,1 % wirkt sehr viel weniger auf das Bindegewebe, als der gleich concentrirte Magensaft.

§. 2. Die Unterkieferdrüse des Kaninchens.

(Vgl. Tab. I. Fig. I.)

Von den drei oben genannten Thieren besitzt das Kaninchen die am einfachsten gebaute Unterkieferdrüse. Im frischen Zustande in Humor aqueus untersucht, lassen die Alveolen die in ihnen enthaltenen Zellen kaum als selbstständige von einander gesonderte Gebilde erkennen. Sie erscheinen nur von einer dunkelkörnigen Masse mehr oder weniger dicht erfüllt, die höchstens aus einzelnen gegen einander nicht scharf abgesetzten Klümpchen mit dunklerer Mitte und wenig hellerem Umfange zusammengesetzt erscheint und dadurch das Vorhandensein discreter Zellen andeutet. Bei Zusatz sehr verdünnter Lösungen von Chromsäure, doppeltchromsaurem Kali, Essigsäure oder auch nur reinen Wassers löst sich der grösste Theil der dunkeln Körnchen, so dass die den Acinus ausfüllenden Zellen deutlich hervortreten. Sie besitzen rundliche oder polygonale Form, einen runden, meist, doch nicht ausnahmslos, der Mitte nahe liegenden Kern, — lauter Verhältnisse, die von PFLÜGER ebenso wie der Mangel einer nachweisbaren Zellmembran bereits sehr richtig geschildert worden sind.

Bei vorsichtiger Behandlung von Alkoholpräparaten mit

der oben erwähnten Carminlösung färben sich nur die Zellkerne, nicht das feinkörnig aussehende Protoplasma.

Ein Unterschied zwischen den in der Mitte und den an der Peripherie des Acinus liegenden Zellen ist nicht zu bemerken, was ich gegenüber dem andern Verhalten der Hundedrüse besonders betone. Die verschiedenen Acini sind nur verschieden durch ihre Grösse, nicht aber durch die Natur der in ihnen enthaltenen Elemente. *)

Eine Membrana propria fehlt den Alveolen der Kaninchendrüse. Die Zellen sind unmittelbar in ein sehr zartes, feinfaseriges Bindegewebe eingebettet, welches an den Stellen, wo mehrere Acini zusammenstossen, dreieckige oder viereckige, in den zwischen zwei Acinis hinziehenden Bindegewebssträngen spindelförmige, mit zarten Ausläufern versehene Bindegewebskörperchen enthält. Bei Carminfärbung tritt der Kern dieser Gebilde wegen seiner dunkleren Färbung vor dem nur sehr sparsam entwickelten, helleren Protoplasma deutlich hervor.

Ab und zu, doch nicht immer, trifft man in dem Bindegewebe, welches die Acini und die Läppchen umhüllt, Lymphkörperchen, welche in Carminpräparaten als in ihrer ganzen Masse zart roth gefärbte, kuglige Gebilde erscheinen. Längs der feineren Ausführungsgänge sieht man sie nicht selten in ununterbrochenen Reihen liegen, wie in engen Canälen, welche die feinsten Lymphgefässe darzustellen scheinen. Die Zahl der Lymphkörperchen steigt sofort erheblich, wenn man die Drüsen einige Zeit vor ihrer Exstirpation blossgelegt hat. Das ungemein zarte, die Läppchen umhüllende Bindegewebe wird dann nämlich ziemlich schnell ödematös, d. h. die Lymphe staut sich in den Bindegewebsspalten auf, womit allemal eine Anhäufung von Lymphkörperchen verbunden ist. An solchen ödematösen Stellen erleiden die Drüsenzellen sehr durchgreifende Verän-

---

*) Pflüger unterscheidet grosse Alveolen mit grossen Zellen und kleine Alveolen mit kleinen Zellen. Bei dem Kaninchen ist mir ein derartiger Unterschied nicht aufgestossen; beim Hunde treten neben den Grössendifferenzen noch wichtigere chemische Unterschiede auf.

derungen, die für normale Zustände zu halten ich schon hier warne. Ich komme später darauf zurück.

Ganz besondere Aufmerksamkeit verdient das mikrochemische Verhalten der Drüsenzellen, da dasselbe nöthigt, in ihnen wesentlich andere Gebilde als in der Hauptmasse der Zellen der Hundedrüse zu sehen. Alle Reactionen weisen darauf hin, dass das Zellprotoplasma sehr reich ist an Albuminaten, dagegen lässt keine Reaction die Anwesenheit von Schleim entdecken.

Behandelt man die frischen, durch wenig Wasserzusatz aufgehellten Drüsenzellen mit Salzsäure von 0,025 %, so werden dieselben unter gleichzeitiger geringer Schrumpfung ein wenig getrübt; die hellen, homogenen runden Kerne werden etwas körnig und verkleinern sich. Steigt man mit der Concentration der Säure allmählich, so nimmt die Trübung und Schrumpfung der Zellen mehr und mehr zu; der Niederschlag in ihnen verdichtet sich der Art, dass in den in Folge der Fällung und Wasserentziehung sehr stark verkleinerten Zellen die Kerne unsichtbar werden; bei etwa 10 % erscheinen die Zellen gelblich.

Der Salzsäure ganz ähnlich verhält sich Salpetersäure.

Sehr verdünnte Essigsäure (ich begann mit 0,02 %) trübt das Protoplasma körnig und macht dasselbe schrumpfen; auch die Kerne nehmen eine gezackte Form an. In concentrirter Essigsäure dagegen quellen die Zellen sehr stark auf, die Kerne erscheinen als helle, runde Gebilde. Saugt man die concentrirte Essigsäure allmählich fort, um sie durch Wasser zu ersetzen, so tritt wieder Schrumpfung und Trübung der Zellen ein.

Also: Schwache Säuren trüben stets das Protoplasma; starke Mineralsäuren thun dies in noch höherem Maasse unter gleichzeitiger bedeutender Schrumpfung, starke Essigsäure dagegen bringt beträchtliche Quellung und Aufhellung hervor.

§. 3. Die Unterkieferdrüse des Hundes.

Das Verständniss des histologischen Baues der Gld. submaxillaris des Hundes liegt darin, dass sie eine Schleimdrüse

ist, in welcher eine fortwährende Entwicklung von Schleimzellen stattfindet, die bei dem Vorgange der Secretion behufs der Schleimbildung zerstört und durch junge nachwachsende Elemente ersetzt werden.

Ich schicke diesen Satz voraus, obschon ich denselben erst gegen den Schluss dieser Arbeit rechtfertigen kann, um bei dem Leser ein Interesse für die folgende Darstellung zu erwecken, die von einer gewissen Weitläufigkeit ohne Gefährdung des späteren Verständnisses zu meinem Bedauern nicht absehen kann. Ich werde mich in diesem Paragraphen lediglich an die Mittheilung des unmittelbar Beobachteten halten.

Die frische, in indifferenten Flüssigkeiten (wässerige Feuchtigkeit, eigenes Secret des Organes) untersuchte Drüse zeigt in ihren Alveolen nur dunkelkörnige, undeutlich von einander abgegrenzte zellige Gebilde, in denen oft neben den stark lichtbrechenden Körnchen und Bläschen grössere helle Tropfen liegen. Der helle, meist runde Kern ist nur selten deutlich sichtbar. Beim ersten Anblicke ist ein Unterschied dieser Zellen von denen der Kaninchendrüse nicht zu entdecken. Methodische Untersuchung dagegen lässt darüber keinen Zweifel.

Carminpräparate, nach der oben erörterten Methode von der Drüse eines erwachsenen Hundes angefertigt, zeigen von der Mehrzahl der Alveolen folgendes Bild (Vgl. Tab. I. Fig. II. und Tab. II. Fig. IV.). Der grösste Theil des Acinus wird von grossen, hellen (nicht körnigen, wie beim Kaninchen), ungefärbten Zellen eingenommen, von welchen die meisten einen platten, rothgefärbten Kern sehen lassen, der in der Regel nach der der Peripherie des Acinus zugekehrten Seite der Zelle hin gelagert ist. Die platte Form ist, wie PFLÜGER bereits bemerkt, ein Artefact; der ursprünglich runde Kern ist sehr weich und geht durch sehr viele chemische Einwirkungen in die abgeplattete Gestalt über.

An dem grössten Theil des Umfanges der Alveolen stossen diese farblosen Zellen unmittelbar an die sogenannte Membrana propria an. Der Durchschnitt der meisten Acini aber zeigt an einer, nicht selten auch an zwei Stellen des Umfanges eine

bereits von GIANUZZI beschriebene, mir schon lange vorher bekannte, Stelle von ungefähr halbmondförmiger oder sichelförmiger, auch wohl stumpfkegelförmiger Gestalt, die im Gegensatz zu den hellen centralen Zellen stark körnig aussieht, sich durch Carmin roth färbt und meist mehrere, dunkler gefärbte, runde (nicht abgeplattete) Kerne erkennen lässt. Als ich diese körnige Randplatte, welche GIANUZZI den »Halbmond« nennt, zuerst auffand, vermuthete ich in ihr ein nervöses Gebilde, ähnlich der Nervenendplatte in den Muskelprimitivbündeln, vorzugsweise dazu verleitet durch die mangelhaften Bilder, welche man von derselben an Präparaten aus Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali erhält. Nachdem ich sehr lange vergeblich nach einem Zusammenhange mit Nervenprimitivfasern gesucht, bin ich jetzt von der Grundlosigkeit jener ersten Hypothese vollständig überzeugt. Ebenso grundlos ist PFLÜGER'S, nur mit vorsichtiger Reserve ausgesprochene Vermuthung, dass der »Halbmond« lediglich eine Anhäufung von aus den centralen Zellen ausgeflossenem Protoplasma sei. An sehr dünnen und schwach tingirten Schnitten gelangt man zu der Überzeugung, dass jenes Randgebilde sich aus einzelnen sehr dicht an einander gelagerten Zellen mit körnigem Protoplasma zusammensetzt. Diese Randzellen, wie ich sie fortan nennen will, sind bald schwächer (Fig. II. und IV *a*), bald stärker entwickelt. Sie sind nicht zu verwechseln mit andern roth gefärbten Randstellen von geringerer Breite, welche hier und da in den Acinis auftreten. Wie später zu erörtern sein wird, haben die centralen Zellen ziemlich starke Ausläufer, welche in der Regel in der Nähe des platt gewordenen Kernes von der Zelle abgehen. Die Ausläufer färben sich roth wie der Kern. Die Fortsätze derjenigen Zellen nun, die der Membrana propria benachbart sind, schmiegen sich an die letztere an. Kommen an solchen Stellen mehrere Ausläufer nahe an einander zu liegen, so entstehen an der Peripherie des Alveolus ebenfalls ins Auge fallende rothe Streifen, die man von den »Halbmonden« wohl zu unterscheiden hat.

Man wird diese Verhältnisse der Hundedrüse viel leichter

übersehen, wenn man zuvor die Gld. submaxillaris der erwachsenen Katze untersucht. Hier ist nämlich (vgl. Tab. III. Fig. IX.) die Zone der Randzellen viel mächtiger ausgebildet als beim Hunde. Sie umgreift meistens den ganzen Acinus; an manchen Stellen liegen die Zellen derselben nicht bloss in einfacher, sondern in mehrfacher Schicht; die einzelnen Zellen setzen sich schärfer gegen einander ab als beim Hunde.

Doch kehren wir zu den Acinis der Hundedrüse zurück, um die centralen und die Randzellen ihrem feineren Baue nach noch genauer kennen und von einander unterscheiden zu lernen.

Die centralen Zellen lassen sich nach Maceration der Drüse in Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali oder Iodserum sehr leicht isoliren. Bei Anwendung der letzteren Flüssigkeit bleibt ihr Inhalt etwas länger dunkelkörnig, als nach Einwirkung der ersteren, die ihn sehr schnell aufhellen.

Die Zellen haben (vgl. T. IV. Fig. XIII., aus Iodserum isolirt, mit einem Zeichenprisma bei 350facher Vergrösserung aufgenommen) eine unregelmässige, meist birn-, keulen- oder trichterförmige Gestalt. Sie besitzen eine zweifellos selbstständige Membran und fast immer einen, selten zwei stark lichtbrechende Ausläufer. Die Masse der letzteren wird, wie man an Iodserumpräparaten bei günstigen Quellungsverhältnissen zweifellos sieht, von einer Fortsetzung der Zellmembran umscheidet (vgl. in der Figur bei x). Die Substanz des Ausläufers färbt sich durch Carmin, Osmiumsäure, Goldchlorid. Ich habe ihn ab und zu nach längerer Einwirkung von Iodserum in kleine plättchenartige Quersegmente zerfallen sehen, ohne mir von dem Grunde dieser Erscheinung Rechenschaft ablegen zu können. Meist dicht am Abgange des Ausläufers, in den Anfang desselben hineingedrängt, liegt der durch die Maceration missgestaltete Kern; doch habe ich ihn mitunter auch dem Ausläufer gegenüber an der entgegengesetzten Seite der Zelle gefunden. Dass beide, wie Pflüger angiebt, constant in unmittelbarem Zusammenhange stehen, davon mich zu überzeugen habe ich leider trotz der grössten Aufmerksamkeit nicht das Glück ge-

habt. Fälle der letzterwähnten Art scheinen dem sogar zu widersprechen; denn ich habe, wenn der Kern dem Ausläufer gegenständig lag, nicht einen von dem ersteren zu dem letzteren quer die Zelle durchsetzenden Faden finden können, der doch vorhanden sein müsste, wenn jene Annahme richtig wäre. — Oft findet man die Zellen an einer Stelle, meist dem Ausläufer gegenüber, geöffnet; die Öffnung ist bald von kleinem Umfange, bald sehr weit (vgl. d. Fig. *y* und *z*). Im letzteren Falle fliesst aus derselben leicht der ganze Inhalt aus und die Zellhülle bleibt als leere Düte zurück.

Diese Zellen nun, welche in der Mehrzahl der Alveolen die Hauptmasse ausmachen, sind ganz und gar verschieden von den Zellen der Kaninchendrüse. Abgesehen davon, dass die letzteren keine nachweisbare Membran, einen resistenteren Kern von constant runder Form, keinen dem beschriebenen ähnlichen Ausläufer *) besitzen, weist das chemische Verhalten beider einen fundamentalen Unterschied nach.

Die Zellen der Kaninchendrüse zeigten nur ein den Kern umgebendes, sehr eiweissreiches Protoplasma.

Der Inhalt der centralen Zellen in den Acinis der Hundedrüse ist sehr arm an Albuminaten und besteht dem grössten Theile nach aus Schleim. Man vergleiche die Einwirkung der folgenden Reagentien auf die Drüsenzellen des Hundes mit der früher geschilderten auf die des Kaninchens.

Wenn man die frischen Zellen zunächst durch etwas Wasser aufgehellt hat und dann das letztere durch S a l z s ä u r e von 0,025 % verdrängt, werden sie durch einen in dem Inhalte entstehenden körnigen Niederschlag bräunlich getrübt und

---

*) PFLÜGER erwähnt einen Ausläufer auch an den Zellen der Kaninchendrüse. Ich habe hier nie ein Gebilde der Art, wie beim Hunde, einen stark lichtbrechenden, in Carmin sich rothfärbenden Ausläufer gesehen. Freilich ist mir ab und zu ein feines, der Zelle anhängendes kurzes, nicht glattrandiges Fäserchen aufgestossen, das ich jedoch seiner Seltenheit und der Inconstanz seiner Form wegen nur für ein zufälliges Anhängsel ansehen kann.

schrumpfen sehr beträchtlich; beide Veränderungen bewirken, dass der Kern fast unsichtbar wird. Setzt man jetzt Salzsäure von 10 % hinzu, so hellt sich der Zellinhalt unter der Quellung der Zellen fast vollständig wieder auf.

Wendet man von vornherein Salzsäure von 0,5 % an, so tritt zwar auch eine Fällung in dem Zellinhalte ein, aber keine so starke Trübung wie bei 0,025 %. Der Niederschlag ist mehr streifig oder fadig und dabei gallertig durchsichtig; gleichzeitig quellen die Zellen nicht unerheblich auf.

Wird endlich zu den durch Wasser aufgehellten Zellen von vornherein starke Salzsäure (3—10 %) gesetzt, so wird die Grösse der Acini kaum verändert; eine Trübung der Zellen entdeckt man nur bei grosser Aufmerksamkeit; sie erreicht nur den Grad einer leichten Beschattung. Der Zellinhalt zeigt keine Niederschläge, doch schrumpfen bei den sehr hohen Concentrationen die Zellen ein wenig durch Wasserabgabe an die concentrirte Säure; die Verkleinerung bedingt wellige Einbiegungen und Schlängelungen der Grenzen benachbarter Zellen.

Saugt man durch ein mit zehnprocentiger Salzsäure behandeltes Präparat, dessen Zellen im Ganzen wenig verändert aussehen, allmählich Wasser hindurch, so tritt zuerst starke Trübung und beträchtliche Schrumpfung ein. Bei weiterem Durchsaugen werden die Zellen wieder hell, quellen auf, ihr Inhalt erscheint streifig geronnen. Setzt man die Überfluthung noch weiter fort, so tritt wiederum Schrumpfung und Trübung ein. Bleibt das so behandelte Präparat längere Zeit in destillirtem Wasser liegen, so saugen die Zellen mit grosser Energie Wasser an, welches sich zwischen ihnen und der Membrana propria ansammelt und die letztere zu einer mächtigen Blase ausdehnt.

Wie Salzsäure verhält sich Salpetersäure und Schwefelsäure, nicht aber die gewöhnliche Phosphorsäure.

Der Inhalt der Zellen wird also durch die Mineralsäuren bei geringer, nicht aber bei starker Concentration, — bei der Kaninchendrüse bei jeder Concentration — gefällt. Dabei tritt bei den geringsten Concentrationen (0,025 %) bedeutende

Schrumpfung der Zellen, bei mittlerem Gehalte (0,5 %) erhebliche Quellung des gefällten Zellinhaltes ein, während bei den höchsten Concentrationen nur eine geringe Wasserabgabe seitens der Zellen stattfindet.

Anders als gegen Mineralsäuren verhalten sich die centralen Zellen der Hundedrüse gegen Essigsäure: es findet Fällung des Inhaltes bei jeder Concentration der Säure statt.

Setzt man zu einem durch wenig Wasser aufgehellten Drüsenschnitte Essigsäure von 0,02 %, so wird der Umfang der Zellen verkleinert, ihr Inhalt wie der Kern getrübt. Das Bild gleicht dem durch Anwendung verdünnter Mineralsäuren hervorgerufenen. Aber auch concentrirte Essigsäure, selbst möglichst starker Eisessig führt beträchtliche Schrumpfung der Zellen unter gleichzeitiger Fällung des Inhaltes herbei. Saugt man durch die mit Eisessig behandelten Präparate längere Zeit Wasser, so quellen die Zellen zwar anfangs auf und werden dadurch ein wenig heller, ohne dass der Inhalt sich löste; bei längerem Durchsaugen tritt aber wieder starke diffuse Trübung ein.

Von den Mineralsäuren verhält sich ähnlich wie Essigsäure nur die gewöhnliche Phosphorsäure; noch in zehnprocentiger Lösung trübt sie den Zellinhalt stark.

Die Hauptmasse des Zellinhaltes besteht hiernach aus einer Substanz, die durch Essigsäure in allen Concentrationen, durch Mineralsäuren nur bei geringer Concentration gefällt, bei starker wieder gelöst wird. *)

Diese Substanz ist nichts als Schleim. Ich werde die

*) Sehr merkwürdig ist das Verhalten der Säuren gegen das Bindegewebe. Diejenigen, welche in allen Concentrationen den Schleim ausfällen ($\bar{A}$, PO_5), veranlassen auch bei allen Concentrationen starke Quellung der Bindegewebsfibrillen. Salzsäure und Salpetersäure dagegen wirken auf das Bindegewebe nur bei ungefähr denselben Concentrationen, welche den Schleim niederschlagen; die starken Concentrationen ändern die Fibrillen nicht sichtlich. Sollte der Quellung des Bindegewebes eine Ausfällung des in ihm nach ROLLET vorhandenen Schleimes vorausgehen?

beschriebenen Zellen der Hundedrüse fortan Schleimzellen nennen.

Neben dem Schleim sind nur geringe Spuren von Albuminaten in dem Zelleninhalte anwesend. Auf diesen beruht vielleicht zum Theil die diffuse bräunliche Trübung durch die niedrigsten Säureconcentrationen; denn der Schleim wird in deutlichen Streifen und fadigen oder flockigen Gerinnseln gefällt. Dass die Menge der Albuminate in der That nur sehr gering ist, geht aus dem Hellbleiben der Zellen bei Anwendung starker Mineralsäuren, aus dem Mangel einer wesentlichen Trübung beim Kochen der Drüse, wie einer Schwärzung bei Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd hervor.

Sehr empfindlich sind die Schleimzellen gegen Alkalien. Natronhydrat führt noch bei einer Concentration von 0,01% schnell starke Quellung herbei, selbst noch bei 0,005% ist die Wirkung sehr merklich; bei 0,05% erfolgt rasch Lösung. —

Gehen wir nun zur genaueren Besprechung der Eigenschaften der Randzellen über, deren Complex, wie sich an feinen mit Carmin tingirten Schnitten ergiebt, den GIANUZZI'schen Halbmond zusammensetzt. Nicht bei jeder Behandlungsweise gelingt es, die Grenzen dieser kleinen Zellen gegen einander sichtbar zu machen, so vielfach man auch Gelegenheit hat, das ganze eigenthümlich gestaltete Zellenaggregat zu isoliren.

Nach Maceration in Holzessig z. B., bei welcher die Schleimzellen ihre normale Form durch Gerinnung des Inhaltes und Schrumpfung einbüssen, lässt sich die Schicht der Randzellen im Ganzen isoliren unter der Gestalt einer convex-concaven Platte, welche auf der Kante stehend stark gelblich glänzt, auf der Fläche liegend zwar durchsichtiger, doch stark granulirt erscheint. Die Zellengrenzen treten hier ebenso wenig deutlich hervor, wie nach der Maceration in verdünnter Chromsäure ($^1/_{32}$—$^1/_{16}$ Gran) oder doppeltchromsaurem Kali. Nach Chromsäure-Einwirkung lassen sich die Schleimzellen mit Leichtigkeit aus den Acinis entfernen, während die »Halbmonde« sehr oft an der Membrana propria unter der Form einer diffuse granulirten Masse mit ab und zu sichtbaren Kernen hängen bleiben. Nicht

selten erhebt sich aus der concaven Seite des Halbmondes ein kleiner Kegel von Protoplasma, der in eine fadenförmige, in das Innere des Acinus hineinragende Verlängerung übergeht. Man sieht solche Protoplasma-Fortsetzungen der Randzellen auch nicht ganz selten an Alkoholpräparaten, die mit Carmin gefärbt sind. Wenn in einem Acinus zwei einander gegenüberliegende Halbmonde vorkommen, beobachtet man, in freilich seltneren Fällen, eine rothe schmale Protoplasma-Brücke, die sich von dem einen quer durch den Acinus zu dem andern fortsetzt.

So lange man sich nur an Isolationspräparate aus Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali hält, wird man nicht leicht auf den Gedanken der Zusammensetzung der »Halbmonde« aus discreten Zellen kommen. Ja, da das Eiweiss des Protoplasma's derselben in, wie es scheint, sehr dichter und wenig quellbarer Form gefällt wird, vermisst man nicht selten auch die darin verborgenen Kerne.

Bessere Dienste leistet schon bei glücklichem Grade seiner Einwirkung das Iodserum. Die Aggregate der Randzellen isoliren sich (vgl. T. IV. Fig. XIV., mit einem Zeichenprisma bei 350 f. Vergr. genau aufgenommen) unter der Form convex-concaver kahn-förmiger Massen. In reiner Profilansicht (*a*) sind diese sehr dunkel, die Zellengrenzen oft nur angedeutet, die Kerne nur durchschimmernd. Die Complexe *b* sind so gelagert, dass man sie nur zum Theil im Profil, zum Theil von der untern concaven Fläche her sieht; der letztere Theil ist seiner geringeren Dicke wegen viel durchscheinender. Hat das Iodserum bei längerer Einwirkung eine stärkere Quellung herbeigeführt, so treten allmählich die Zellengrenzen schärfer hervor.

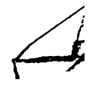
Am schärfsten werden die letzteren aber immer an Alkoholpräparaten, die auf die oben erörterte Weise schwach gefärbt und durch Glycerin aufgehellt werden, sichtbar. Bei starker Carminfärbung übersieht man sehr gut die Vertheilung der Halbmonde, ohne ihre Zusammensetzung zu erkennen. Wem es schwierig werden sollte, an Hundedrüsen meine Angaben zu bestätigen, den verweise ich auf die vorgängige Untersuchung

der Katzendrüsen, die diese Verhältnisse viel schärfer ausgeprägt erkennen lassen.

Was das chemische Verhalten der Randzellen anlangt, so ist ihr Protoplasma, im Gegensatze zu dem Inhalte der Schleimzellen, sehr reich an Albuminaten. Daher starke Trübung der »Halbmonde« durch Kochen, durch concentrirte Mineralsäuren, erhebliche Schwärzung durch salpetersaures Silberoxyd, — lauter Behandlungsweisen, welche die Randelemente recht scharf gegen die Schleimzellen hervortreten lassen. Will man schnell zur ersten Orientirung den Gegensatz beider recht prägnant sehen, so empfiehlt es sich, frische Drüsenschnitte in ein Tröpfchen etwa dreiprocentiger Salz- oder Salpetersäure zu legen, die durch Carmin ziegelroth gefärbt ist. Die Halbmonde, ihre Kerne und die der Schleimzellen werden schnell geröthet, der Inhalt der letzteren gar nicht. —

In concentrirter Essigsäure quellen die Randelemente stark auf. —

Die bisherige Beschreibung der Alveolen der Hundedrüse entspricht dem Bilde, welches die Mehrzahl derselben zeigt. Wir haben jetzt aber darauf aufmerksam zu machen, dass vereinzelt auch Alveolen von wesentlich verschiedenem Baue vorkommen. Zunächst finden sich, in manchen Drüsen sehr sparsam (Fig. II.), in andern etwas reichlicher (Fig. IV.), Alveolen, welche ausschliesslich Zellen von dem Charakter der oben geschilderten Randzellen enthalten: (In beiden Figg. die mit *B* bezeichneten Acini), kleine eiweissreiche und deshalb durch Carmin roth gefärbte zellige Gebilde mit rundem Kerne. Zwischen diesen Acinis und den zuerst beschriebenen kommen nun Zwischenformen vor, welche neben einer Mehrzahl von kleinen Zellen ganz einzelne grössere Zellen enthalten (Acini *C*. Fig. IV.), welche entweder ganz mit den geschilderten Schleimzellen übereinstimmen, oder doch wenigstens gewisse Charaktere der Randzellen, andre der Schleimzellen besitzen. Im letzteren Falle beschränkt sich der Eiweissgehalt der Zellen auf die Umgebung des Kernes, deshalb färbt sich nur diese Gegend; der übrige Theil des Zellinhaltes bleibt hell; der Kern selbst ist rund, d. h.



so resistent, dass er seine ursprüngliche Form bei den mit der Anfertigung des Präparates verbundenen mannigfachen Einwirkungen beibehält, während der weiche Kern der Schleimzellen sich abplattet. Indem nun in andern Acinis die Zahl der grossen wenig oder gar nicht gefärbten Zellen immer mehr wächst, die der kleinen in ihrer ganzen Masse tingirten immer mehr abnimmt, treten alle möglichen Übergänge zwischen den Acinis der ersten und der zweiten Art auf. Der Leser wird mit mir vermuthen, dass es sich hier um eine zusammenhängende Entwicklungsreihe handelt. Der volle Beweis dafür wird erst später geliefert werden; doch sei auf eine hierher gehörige Thatsache schon jetzt aufmerksam gemacht.

Bei neugebornen oder wenige Tage alten Hunden nämlich zeigt die Unterkieferdrüse einen wesentlich andern Bau als bei dem erwachsenen Thiere. Sie enthält in der übergrossen Zahl der Acini keine entwickelten Schleimzellen, sondern lediglich die kleinen eiweissreichen körnigen Zellen mit rundem Kerne; nur in einzelnen der grössern Alveolen haben die in der Mitte gelegnen Zellen den Charakter der Schleimzellen angenommen (vgl. T. IV. Fig. XII.; Präparat von einem drei Tage alten Hündchen), — Verhältnisse, die später ihre weitere Würdigung erfahren werden.

§. 4. Die Unterkieferdrüse des Schafes; Bemerkungen über die gewöhnlichen Schleimdrüsen.

Nach der ausführlichen Beschreibung der Gld. submaxillaris des Hundes kann ich mich bezüglich der gleichnamigen Drüse des Schafes sehr kurz fassen. Auch hier sind zwei Zellformen zu unterscheiden (vgl. T. III. Fig. VI). Körnige eiweissreiche Zellen nehmen, wo nicht den ganzen Acinus, doch häufig einen relativ grösseren Theil desselben ein als die hellen Schleimzellen. Aber die letzteren stimmen, was nicht zu übersehen ist, nicht ganz mit denen des Hundes überein: sie enthalten neben dem leicht nachweisbaren Schleime grössere Mengen von Albuminaten als die letzteren: deshalb treten die charak-

teristischen Reactionen der fast eiweissfreien Schleimzellen gegen die Säuren nicht so rein auf; deshalb erscheinen an Alkoholpräparaten der Schafdrüse, die durch Glycerin aufgehellt worden, die Schleimzellen körniger, als an Präparaten der Hundedrüse. Im Ganzen aber ist die Analogie der beiderlei Drüsen unverkennbar. — —

Die gewöhnlichen Schleimdrüsen — ich habe die Lippendrüsen des Menschen und des Kaninchens sowie die Kehlkopfdrüsen des letzteren und des Hundes untersucht — stimmen in ihrem wesentlichen Baue ganz und gar mit der Gld. submaxillaris des Hundes überein. Man findet in ihnen in wechselnder relativer Anzahl solche Acini, die nur mit kleinen Protoplasmazellen gefüllt sind, andere, die zum grossen Theil Schleimzellen enthalten und nur in ihrem peripherischen Theile Protoplasmazellen zeigen, endlich Zwischenformen Beider. In dem die Läppchen der Drüsen verbindenden Bindegewebe kommen oft breite Züge von Lymphkörperchen vor. Henle hat somit vollkommen Recht, wenn er die Gld. submaxillaris des Menschen, die mit der des Hundes übereinstimmt, den Schleimdrüsen zuzählt.*)

*) Beiläufig noch einige Worte bezüglich der Epithelien der feineren Ausführungsgänge, deren auffallenden Bau bereits Henle in seiner Eingeweidelehre bemerkt und in seinen Abbildungen angedeutet, neuerdings Pflüger genauer erörtert hat. Beide hoben hervor, dass das Protoplasma dieser cylindrischen Zellen an dem hintern, dem Lumen des Ganges abgewandten Theile eine feine, bis ungefähr in die Gegend des Kernes reichende Strichelung zeige, die Pflüger von dem Eintritte einer grossen Zahl feinster Nervenfäserchen in das hintere Ende der Zelle abhängen lässt. Mir ist dies eigenthümliche Verhalten vom Beginne meiner Untersuchungen über die Speicheldrüsen an aufgefallen, Pflüger's Deutung aber halte ich nicht für richtig. Gegen die Natur der Fäserchen, in welche das Protoplasma des hintern Zellenendes zerfährt, als feinster Nervenfasern spricht die überaus grosse Resistenz dieser Gebilde gegen Reagentien der eingreifendsten Art, welche feinste Nervenelemente schnell vernichten. Es giebt kaum eine Erhärtungsmethode der Drüsen (conc. Glycerin, Alcohol absolutus, Chromsäure, doppelt chromsaures Kali u. s. f.), bei welcher sich jene Gebilde nicht erhielten. Am schönsten bekommt man sie zu sehen, wenn man die Drüsen längere Zeit in starken Lösungen von Kali bichromicum erhärtet und darauf

Cap. II.

Zur Chemie des Submaxillarspeichels, welcher unter dem Einflusse der Chorda tympani secernirt wird.

§. 5. Notizen über die Methode des Versuches.

Der Versuch, durch Reizung der Fasern der Chorda tympani das Secret der Unterkieferdrüse beim Hunde zu gewinnen, ist so oft beschrieben worden, dass ich mir eine ausführlichere Schilderung ersparen darf, zumal da dieses Experiment bei geringer Übung zu den leichtesten Vivisectionen gehört. Doch darf ich einige der bei meinen Versuchen in Frage gekommenen Bedingungen nicht unerwähnt lassen.

Die Hunde wurden meist durch Morphiuminjection in eine Vene narcotisirt, nur in gewissen Fällen durch Curara unbeweglich gemacht. Die Elektroden des zur Reizung dienenden Magnetelektromotors wurden an das peripherische Ende des möglichst hoch oben durchschnittenen und herauspräparirten Stammes des Ram. lingualis Trigemini angelegt, oberhalb des Abgan-

---

in ammoniakhaltigem Wasser so lange auswäscht, bis die gelbe Farbe ganz geschwunden ist. An Zerzupfungspräparaten erhält man dann Cylinderzellen, deren hinteres Ende in feine dunkle wie Pinselhaare divergirende Fasern zerfallen ist. Über die wirkliche Bedeutung dieser Bildungen wage ich keine Vermuthung zu äussern.

Schliesslich kann ich gewisse Zweifel an der Structurlosigkeit der Membrana propria der Alveolen in der Hundedrüse nicht unterdrücken. Nach längerer Maceration in Iodserum erhält man in Zerzupfungspräparaten fast glashelle verästelte Membranstücke, ungefähr von der Gestalt multipolarer Zellen mit sehr breiten Ausläufern, die ab und zu einen Kern in ihrer Mitte oder an Stelle desselben ein scharf begrenztes rundes Loch sehen lassen. Diese Membranen sind sehr platt, wie die Profilansicht lehrt (vgl. T. IV. Fig. X, wo diese Gebilde aus der Drüse der Katze abgebildet sind). Mir scheint es, als ob die Membrana propria sich aus derartigen verästelten Gebilden zusammensetzt; in dieser Ansicht bestärkt mich die Kaninchendrüse. In ihr liegen als nächste Begrenzung der Drüsenzellen verästelte Bindegewebskörperchen; die Membranstücke der Hundedrüse scheinen die grösste Analogie mit den letzteren zu haben und aus ihnen sich durch membranartige Verbreiterung der Fortsätze zu bilden.

ges des Drüsenastes. Es ist ganz erstaunlich, wie lange der Nerv bei schonender Behandlung seine Erregbarkeit beibehält. Wenn man die Ströme nicht unnöthig stark wählt — und es reichen Ströme, die man auf der Zungenspitze noch nicht andeutungsweise fühlt, aus zur Herbeiführung einer sehr ergiebigen Absonderung*) — so kann man an den Nerven einen ganzen Tag lang experimentiren: die Geduld des Beobachters erschöpft sich früher als die Erregbarkeit des Nerven und der Drüse. —

Ich habe es nicht unterlassen, mich ausdrücklich davon zu überzeugen, dass die auf die Drüse wirkenden Fasern in der That aus der Chorda tympani und nicht etwa aus dem Quintus stammen. Zu dem Ende wurde bei einem grossen Hunde jener Facialis-Zweig an seiner Austrittsstelle aus der Glaserspalte aufgesucht, von welcher ab bis zu dem Eintritte in den Zungenast des Quintus er ein Nervenstämmchen von etwa 1 Ctm. Länge darstellt, an dem sich bequem operiren lässt. Die Reizung rief die lebhafteste Secretion der Drüse und gleichzeitig starke Beschleunigung des Blutstromes aus der geöffneten Drüsenvene hervor.

Bei dem Einlegen der Canüle, die man sich am besten aus Glasröhren über dem Gebläse in der jedesmal passenden Form anfertigt, ist nur vor einer Verwechslung der Gänge der Gld. submaxillaris und sublingualis zu warnen. Beide laufen nahe an einander, der erstere ist weiter und liegt nach innen von dem letzteren. Die Einlegung geschah stets möglichst nahe dem peripherischen Ende des Canales, um mit dem Operationsfelde der Drüse möglichst fern zu bleiben. —

---

*) Da später die Stromstärken bezeichnet werden müssen, sei hier von vornherein erwähnt, dass mein Magnetelektromotor von gewöhnlicher Grösse ist und durch ein kleines GROVE'sches Element in Bewegung gesetzt wurde. Die Entfernung der secundären von der primären Rolle wird in Centimetern angegeben. Der Nullpunct bedeutet die völlige Übereinanderschiebung beider Rollen. Im Allgemeinen hatte bei den Versuchen die secundäre Rolle zuerst den Stand 34 und wurde nur sehr allmählich im Laufe des Tages auf 24—20 herangeschoben. Bei grösserer Annäherung ermüdet der Nerv schnell.

Auch beim Schafe ist die Operation sehr einfach. Der Drüsenast entspringt hier immer mit einer grösseren Anzahl von Fäden in einer Ausdehnung von 1—2 Ctm. aus dem Lingualis-Stamme, welche sich allmählich zu dem feinen am Ausführungsgange hinlaufenden Stämmchen sammeln. Der am meisten central entspringende Faden pflegt ein deutliches Ganglion in der Nähe seines Ursprunges zu besitzen. Um alle Fäden gleichzeitig zu reizen, habe ich den Ram. lingualis zu beiden Seiten der Ursprünge der Nervchen durchschnitten, die Schnittenden zusammengebogen und das ganze getrennte Stück mit den Elektroden umfasst. Man findet nur einen Gang, enger als beim Hunde. Eine Gld. sublingualis ist nicht vorhanden. —

Beim Kaninchen endlich macht der Versuch etwas grössere Schwierigkeiten als beim Hunde und Schafe. Es ist nicht leicht, den Drüsennerven, der ebenfalls aus dem Zungenaste des Trigeminus entspringt, zu isoliren, ohne das äusserst dünne Fädchen zu zerreissen. Die Schwierigkeit wird dadurch vergrössert, dass der Anfang des Drüsenastes unter einem dichten Paquet kleiner Drüschen am Boden der Mundhöhle (Gld. sublingualis?) liegt, welches auch den Gang einhüllt und dessen Entfernung nur unvollständig und nie unblutig gelingt. Nachdem der Nerv den Ausführungsgang erreicht hat, verläuft er in dessen Wandung, ein Umstand, der für den Versuch insofern günstig ist, als man, wenn bei der Präparation der Nerv gerissen ist, zwei feine einander sehr genäherte Drahtelektroden mit dem besten Erfolge unmittelbar auf den Ausführungsgang aufsetzen kann, um den auf ihm laufenden, übrigens mit vielfachen mikroskopischen Ganglien versehenen Nerven zu reizen. —

Als Canüle ist nur eine passend schnabelförmig zugeschärfte Glascapillare mit rund geschmolzenen Rändern zu benutzen. Sehr leicht knickt die Canüle den Gang so ein, dass das Secret am Abfluss verhindert wird.

Eine ganz besondere Schwierigkeit erwächst aus der nothwendigen Beschränkung des Operationsraumes, auf welchem alle zu dem Versuche nothwendigen Manipulationen vorgenommen werden müssen. Man darf nämlich die Drüse selbst nicht

blosslegen, weil sie sonst in sehr kurzer Zeit ödematös wird und damit die Drüsenzellen sich bis zur Unkenntlichkeit ihrer normalen Gestalt verändern. Dasselbe tritt ein, wenn das Secret nicht vollständig frei abfliessen kann. Ein in Glycerin aufgehellter Alkoholschnitt zeigt die Zellen bis auf einen kleinen Bruchtheil ihrer normalen Grösse geschrumpft, die Kerne verkleinert, oft zerfallen, — Veränderungen, die wohl den Eintritt entzündlicher Reizung andeuten. — Der Raum nun zwischen dem vordern Drüsenrande und der Kiefersymphyse ist unbequem enge; im Nothfalle kann er durch Spaltung der Symphyse und Seitwärtsdrängung des Unterkiefers künstlich erweitert werden. —

Die Secretion bei der Reizung des Nerven hält nie lange an, tritt aber nach kurzer Erholungspause wieder lebhaft ein. —

§. 6. Der Chordaspeichel des Kaninchens.

Derselbe stellt eine dünne wasserhelle Flüssigkeit dar, die sich auch bei langem Stehen an der Luft nicht trübt. Eine Andeutung von fadenziehender Consistenz ist nie bemerkt worden. Die Reaction ist entschieden alkalisch. Weder Kochen noch Alkohol bringt eine Fällung hervor, dagegen Essigsäure eine milchige Trübung, herrührend von sehr kleinen dichten weissen Flöckchen. Der Niederschlag ist im Überschusse der Säure nicht löslich. Ähnlich verhält sich der Speichel gegen Salpetersäure. Bei Anwendung concentrirter Salpetersäure tritt gelbe Färbung des Niederschlages ein.

Schleimreactionen sind an dem Speichel nie zu entdecken. Um bei Flüssigkeiten von sehr geringem Schleimgehalte den letzteren nachzuweisen, verfährt man am besten auf folgende Weise: Man füllt ein Reagensgläschen zur Hälfte mit durch Essigsäure stark angesäuertem Wasser und lässt einen oder einige Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit hineinfallen. An der Grenze der Tropfen und des sauren Wassers bilden sich dann sofort, bei einiger Aufmerksamkeit, namentlich beim Umschwenken des Gläschens leicht sichtbar, die bekannten fasri-

gen, flockigen oder häutigen Mucinniederschläge. Oder man schichtet über angesäuertes Wasser die zu untersuchende Flüssigkeit in einem Gläschen so, dass sie sich mit dem ersteren nicht mischt. An der Grenze wird dann durch die Ausfällung des Mucin die Flüssigkeit zäher und diese Consistenzvermehrung setzt sich allmählich durch die schleimhaltige Flüssigkeit nach oben hin fort.

Beide Reactionen geben bei dem Kaninchenspeichel durchaus negative Resultate. Bei der ersteren umhüllen sich die in das saure Wasser hineinfallenden Tropfen mit einem grauweissen Niederschlage, der sich beim Umschwenken sofort zertheilt; bei dem letztern Versuche bildet sich an der Grenze zuerst eine milchige Trübung. Allmählich senkt sich die niedergefallene Substanz durch das Wasser hindurch zu Boden, so dass das Ganze opalescent wird.

Ich glaube hiernach die Abwesenheit des Mucins um so mehr erwiesen, als dasselbe sich auf die beschriebene Weise noch in mit Wasser sehr stark verdünntem Hundespeichel sehr leicht entdecken lässt. Der Kaninchenspeichel enthält von organischen Substanzen nur ein durch Säuren fällbares Albuminat.

Der Gesammtgehalt an festen Bestandtheilen ist, nach einem Versuche zu urtheilen, nicht unbedeutend. 1,7104 grm. Speichel gaben nach dem Austrocknen, zuerst im Wasserbade, dann im Luftbade bei 110°C., 0,0212 Grm. Rückstand, d.i. 1,239%. Eine genauere Analyse des Rückstandes ist der immer nur kleinen Speichelmengen wegen nicht ausführbar.

§. 7. Der Chordaspeichel des Hundes.

Diese Flüssigkeit ist bezüglich ihrer qualitativen chemischen Zusammensetzung hinreichend oft beschrieben worden; eine ausführliche Wiederholung des an andern Orten Gesagten kann füglich unterbleiben (vgl. besonders KÜHNE, physiol. Chemie S. 6—8). Es mögen nur einige Puncte, des Gegensatzes zu dem Kaninchenspeichel wegen, hervorgehoben werden.

Der Speichel enthält mehr oder weniger grosse Mengen

Mucin, daneben sehr geringe Quantitäten von Albuminaten. Bei dem Zusatze von überschüssiger Essigsäure sieht man keine Trübung; der Schleim wird in glasartig durchsichtigen Gallertflocken gefällt. Bei grossem Gehalte erstarrt die ganze Flüssigkeit gallertig, so dass sie aus einem Reagensgläschen beim Umkehren nicht mehr ausfliesst. Schichtet man derartig mucinreichen Speichel über angesäuertes Wasser, so bildet sich an der Grenze ein fester glasiger Schleimpfropf.

Über die Entdeckung der geringen Eiweissmengen vgl. Kühne.

Wenn man eine verdünnte, für sich durch Essigsäure nicht fällbare, Lösung von Hühnereiweiss mit dem Hundespeichel vermischt, so beobachtet man bei Zusatz von Essigsäure zu dem Gemenge eine eigenthümliche Veränderung sowohl der Fällbarkeit des Eiweisses, als der Form, in welcher das Mucin ausfällt. Es entstehen nämlich nicht durchsichtige, sondern milchweisse Flocken: das niederfallende Mucin schliesst gleichzeitig niederfallendes Eiweiss ein. Die Schleimflocken aber, anfangs locker, verdichten sich schnell unter sichtbarer Zusammenziehung und schwimmen schliesslich als feste weisse Gerinnsel auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Ist der Schleimgehalt gering, so kann man über die Anwesenheit von Mucin zweifelhaft bleiben, — so abweichend ist die durch die Anwesenheit des Eiweisses veränderte Reaction auf Essigsäure von der gewöhnlichen Form.

Ich musste diese Verhältnisse hier berühren, um die Reactionen verständlich zu machen, welche

§. 8. Der Chordaspeichel des Schafes

zeigt. Derselbe ist eine stark alkalische Flüssigkeit von nur wenig ausgesprochener fadenziehender Beschaffenheit. Beim Beginne der Reizung wird der Speichel in der Regel trübe entleert; bei etwas längerer Dauer des Versuches fliesst er zwar hell aus dem Gange, trübt sich aber beim Stehen an der Luft. Der Grad der Trübung ist sehr verschieden: bei einigen Thieren war sie so bedeutend, dass die Flüssigkeit ein völlig molkiges Aussehen annahm; in andern Fällen trat nur Opalescenz ein. Nach

sehr lange fortgesetzter Reizung kann die Flüssigkeit sogar ganz klar bleiben.

Die Trübung rührt nicht von einem Kalksalze her, denn sie schwindet bei Zusatz von Natronlauge. Der auf diese Weise aufgehellte Speichel trübt sich wieder erheblich bei Zusatz von concentrirter Kochsalzlösung; das Sediment ballt sich beim Kochen in Flocken.

Der durch Filtriren von dem spontan entstandenen Niederschlage getrennte Speichel zeigt Reactionen, welche einen Gehalt an Albuminaten in ziemlich beträchtlicher, an Mucin in sehr veränderlicher Menge nachweisen.

Die Flüssigkeit enthält in manchen Fällen so wenig Schleim, dass sie bei Zusatz von Essigsäure sich nur milchweiss trübt, ohne eine merkliche Consistenzveränderung zu zeigen. Lässt man von derartigem Speichel aber einige Tropfen in mit $\bar{A}$ angesäuertes Wasser fallen, so entstehen zunächst flockige und häutige Gerinnungen, anfangs durchsichtig und von lockerem Gefüge, allmählich sich zu dichten weissen Ballen zusammenziehend. Lässt man einen Tropfen Speichel und einen Tropfen Essigsäure, am besten auf schwarzer Unterlage, zusammenfliessen, so sieht man im ersten Augenblicke sich ein durchsichtiges Schleimklümpchen bilden. Rührt man die Flüssigkeiten mit einer Nadelspitze durch einander, so tritt aus dem Klümpchen schnell Flüssigkeit aus, sein Volumen vermindert sich, es wird weiss und undurchsichtig. Bei den beiden letzten Reactionen scheint zuerst an der Grenze zwischen dem Speichel und der sauren Flüssigkeit das Mucin gefällt zu werden, darauf in das Innere des Fällungsproductes Säure hinein zu diffundiren und das noch gelöste Eiweiss auszufällen; erst jetzt beginnt die Contraction und Verdichtung.

Nicht in allen Fällen bedarf es so umständlicher Proceduren zum Nachweise des Schleims. Oft sieht man bei Zusatz von Essigsäure zu dem klar filtrirten Speichel die Flüssigkeit gleichzeitig mit dem Eintritte der milchigten Trübung consistenter werden; der Niederschlag ballt sich bald zu einer sich stark contrahirenden weissen Flocke, während die Flüssigkeit noch opa-

lescent bleibt, weil das cohärente Gerinnsel nicht alles ausgefällte Eiweiss einschliesst. Kochen befördert die Contraction der Flocke und führt Klärung der Flüssigkeit dadurch herbei, dass der die Opalescenz bedingende. Niederschlag zu kleinen Flocken verdichtet wird. — Die grosse weisse Flocke zerfällt in einigen Stunden in concentrirter Salpetersäure, da der Schleim sich löst, während das von ihm eingeschlossene nicht lösliche Eiweiss die gelblich gefärbte Flüssigkeit opalescent macht.

Weitere Reactionen des klar filtrirten Speichels sind folgende: Kochen führt nur nach vorgängigem Zusatze von Chlornatrium oder schwefelsaurer Magnesia Fällung herbei. Salpetersäure ruft eine milchige Trübung hervor; bei grossem Mucingehalte gleichzeitig eine anfängliche Consistenzvermehrung der Flüssigkeit, die später jedoch bei ausreichendem Säurezusatze wieder schwindet. Alkohol erzeugt einen flockigen Niederschlag. Sublimat, schwefelsaures Kupferoxyd und neutralisirtes Eisenchlorid fällen den Speichel auch nach vorgängiger Neutralisation. Kohlensäure trübt denselben nach starkem Wasserzusatze; beim Schütteln mit Luft schwindet die Trübung nicht. — Nach allen angeführten Reactionen ist der Gehalt an Albuminaten ebensowenig wie der Schleimgehalt zu bezweifeln, der letztere ist jedoch stets geringer als im Hundespeichel und grossen Schwankungen unterworfen.

§. 9. Die Unterschiede der drei Speichelarten entsprechen den Verschiedenheiten des Drüsenbaues der drei Thiere.

Stellen wir mit wenigen Worten die bisherigen Resultate zusammen. — Der Kaninchenspeichel enthält an organischen Bestandtheilen lediglich ein durch Säuren ausfällbares Albuminat, keinen Schleim. Die Kaninchendrüse enthält nur Zellen mit eiweissreichem Protoplasma.

Im Hundespeichel kommt neben verschwindenden Mengen von Albuminaten in reichlicher Menge Schleim vor. Die Hun-

dedrüse enthält in der Mehrzahl der Alveolen als überwiegende Elemente Zellen mit sehr schleimreichem und äusserst eiweissarmem Inhalte.

Der Schafspeichel ist reich an Albuminaten, in veränderlicher Menge versehen mit Mucin. Die Schafdrüse zeigt in ihren Acinis relativ weit sparsamer als die Hundedrüse Schleimzellen, die jedoch neben dem Schleim Albuminate in nicht zu übersehendem Verhältniss enthalten.

Der Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung des Secretes und dem anatomischen Baue des secernirenden Organes ist hiernach ein unverkennbarer. Es wird weitere Aufgabe sein, dem Wesen des Absonderungsprocesses näher zu treten.*)

§. 10. Der Procentgehalt des Chordaspeichels an festen Bestandtheilen sinkt beim Hunde mit der Dauer und steigt mit der Stärke der Nervenerregung.

Bekanntlich haben E. Becher und C. Ludwig nachgewiesen, dass der Unterkiefer-Speichel des Hundes seine chemische Zusammensetzung ändert, wenn die Secretion längere Zeit anhält: mit der Dauer derselben nimmt der Gehalt an festen Bestandtheilen ab. Die Verringerung trifft ganz vorwiegend die organischen, nur in geringem Maasse die anorganischen Bestandtheile. In der That sind bei lange fortgesetzter Absonderung die Unterschiede des Procentgehaltes der ersten und letzten Portion sehr erhebliche, wie schon die Zahlen der oben genann-

---

*) Beiläufig sei hier hervorgehoben, dass der Hunde- und der Schafspeichel sich auch in Bezug auf ihre anorganischen Bestandtheile wesentlich unterscheiden, wie eine von Hrn. Dr. Werner Schmid angestellte Analyse erwiesen. Nach seiner Mittheilung enthält die Asche des Hundespeichels: Kali, Natron, Kalk, Eisen, in verschwindender Menge Magnesia, — Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure; die Asche des Schafspeichels Kali, Natron, Eisen, in verschwindender Menge Kalk –, Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, in verschwindender Menge Kohlensäure.

ten Forscher lehren und ich aus eigner Erfahrung bestätigen kann.*)

In Vers. LII. wurde die Chorda von 10 Uhr Vormittags bis 3 Uhr Nachmittags gereizt, und zwar regelmässig 10 Minuten hintereinander, während die Pausen 5 Min. betrugen. Die Ströme wurden im Laufe der Versuchsdauer mehr und mehr verstärkt, um die Secretion möglichst lebhaft zu unterhalten. Im Ganzen wurden 75 Ccm. Speichel aufgefangen.

Die ersten 12,9925 Grm. enthielten 0,2320 Grm. = 1,785% } fester
die letzten 7,1493 » » 0,0367 » = 0,513% } Theile.
Verhältniss des Procentgehaltes des Anfangs- u. Endspeichels 1:0,287.

Vers. LIII. Versuch von 9—2$^{1}/_{2}$ Uhr, Reizungen und Pausen wechselten regelmässig alle 5 Min. Gesammte Speichelmenge 55 Ccm.

Erste Portion 6,5450 Grm. mit 0,0875 Gr. = 1,337% } fester Theile.
letzte Portion 8,645 » » 0,0645 » = 0,746% }
Verhältniss 1:0,558.

Vers. LIV. Reizung von 8$^{3}/_{4}$^{h} früh bis 7$^{3}/_{4}$^{h} Abends mit möglichst seltenen und kurzen Pausen. Gesammte Speichelmenge 219,5 Ccm.

Erste Portion 7,5748 Grm. mit 0,1593 Gr. = 2,103%
letzte Portion 6,8660 » » 0,0372 » = 0,542%
Verhältniss 1:0,257.

Die bereits von LUDWIG gemachte Erfahrung, dass die Abnahme des Procentgehaltes sich vorzugsweise auf die organischen Bestandtheile bezieht, legt die Vermuthung nahe, dass die letzteren während der Ruhe der Drüse gebildet, während des Vorganges der Absonderung durch die aus dem Blute ausgeschiedene Flüssigkeit gelöst werden. Begreiflich, dass bei längerer Absonderungsdauer der in der Drüse enthaltene Vorrath allmählich sich erschöpft und so das Secret an organischen Bestandtheilen mehr und mehr verarmt.

Allein diese Vorstellung hat ihre Stichhaltigkeit noch erst zu erweisen gegenüber einer andern, die nicht weniger nahe liegt. Mit der Dauer der Reizung des Nerven sinkt seine Erregbarkeit; seine Erregung wird schwächer und schwächer. Wie,

---

*) Die nachfolgenden Bestimmungen der festen Bestandtheile sind von meinem frühern Assistenten Prof. NAWROCKI in Warschau mit allen nothwendigen Vorsichtsmassregeln ausgeführt. Die Eindampfung geschah auf dem Wasserbade, die Trocknung im Luftbade boi 100—110°. Die benutzte Wage ist ein vorzügliches Instrument von STAUDINGER in Giessen.

wenn unter dem Einflusse der Nervenerregung die in den Drüsenzellen enthaltenen organischen Substanzen erst in eine leicht lösliche Form umgesetzt würden, welche ihren Übergang in das Secret ermöglichte? Wäre es dann nicht leicht verständlich, dass mit sinkender Erregbarkeit des Nerven die Grösse dieses Stoffumsatzes in den Drüsenzellen, welcher für die Schwängerung des Speichels mit organischen Substanzen als Bedingung vorausgesetzt wird, ebenfalls sinken und damit der Speichel gehaltsärmer werden müsste?

Überlegungen dieser Art waren es, welche mich zu Versuchen über den etwaigen Einfluss der Erregungsstärke der Chorda auf die Zusammensetzung des Speichels veranlassten. Erwies sich meine Vermuthung richtig, zeigte es sich in der That, dass bei starker Reizung des Nerven der Speichel an organischen Bestandtheilen reicher wurde, als bei schwacher Erregung, so war damit der Einfluss der Nerven auf den Stoffumsatz in den Drüsenzellen bis zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit erwiesen.

Die von mir angestellten Versuche haben meine Voraussetzung vollständig bestätigt. Ehe ich auf die Einzelnheiten derselben eingehe, muss ich einige allgemeine hierher gehörige Verhältnisse berühren.

Wenn man mit schwachen Strömen die Chorda zu reizen beginnt und dann plötzlich eine Stromverstärkung herbeiführt, so sieht man zunächst die Secretionsgeschwindigkeit schnell anwachsen. Die schwächsten überhaupt wirksamen Ströme rufen eine langsame, aber (bei dem Schlittenstande 36—34 meines Magnetelektromotors) recht gleichmässig anhaltende Absonderung hervor. Die durch Stromverstärkung herbeigeführte Beschleunigung der Secretion ist anfangs, je nach dem Grade der Steigerung der Stromintensität, mehr oder weniger bedeutend, aber einigermassen andauernd nur dann, wenn man mit den Stromstärken über gewisse Grenzen (etwa Schlittenstand 24) nicht hinausgeht. Bei höheren Stromeswerthen (Schl. 16 und mehr) folgt auf die Beschleunigung sehr bald eine Herabsetzung, offenbar in Folge der Erschöpfung des Nerven. Will man des-

halb eine Verstärkung der Drüsenreizung herbeiführen, welche lange genug anhält, um während ihrer Dauer eine für die quantitative Analyse ausreichende Menge Speichel zu gewinnen, so darf man über Ströme mittlerer Stärke nicht hinausgehen; zu starke erschöpfen den Nerven schnell, was ein Sinken des Erregungszustandes des Secretionsorganes zur Folge hat.

Bei den bisher untersuchten Drüsensecreten, z. B. dem Harne, zeigt sich nun, dass im Allgemeinen mit steigender Secretionsgeschwindigkeit der Gehalt an festen Bestandtheilen abnimmt: reichlicher Harn und geringes specifisches Gewicht, sparsamer Harn und hohe Eigenschwere fallen in der Regel zusammen, abgesehen natürlich von pathologischen Fällen.

Für den Speichel wird man Ähnliches vorauszusetzen genöthigt, wenn man sich den Secretionsvorgang so denkt, dass die in dem Secrete enthaltenen organischen Bestandtheile in der Drüse fort und fort gebildet, während der Periode der Secretion aber durch ein plötzlich ergossenes wässriges Blutfiltrat gelöst und aus der Drüse ausgeschwemmt werden. Denn je langsamer die Lösungsflüssigkeit die Drüsenräume durchströmt, je länger sie auf die in den Drüsenzellen vorausgesetzten löslichen Bestandtheile wirkt, desto mehr muss sie sich mit denselben beladen. Mit einem Worte, langsam secernirter Speichel muss reicher, schnell secernirter ärmer an festen Bestandtheilen sein.

Die Erfahrung lehrt, dass die Verhältnisse nicht so einfach sind, wie die obige Anschauung sie nach Analogie andrer Secrete vermuthen lässt. Die folgenden Versuche geben ein Bild des thatsächlichen Verhaltens.

Nummer			Zeit des Auffangens.	Stand des Schlittens.	Gewicht (in Grm.)			Procentgehalt des Speichels.	Verhältniss der Procentgehalte.	In 1 Min. secernirt in Grm.		Verhältniss		Auf 1 Grm. feste Theile an Wasser.
des Hundes.	des Doppel-Versuches.	der Speichel-portion.			des Speichels.	des Rückstandes.	des Wassers.			feste Theile.	Wasser.	der in 1 Min. secernirten festen Theile.	des in 1 Min. secernirten Wassers.	
A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
58. 17. Debr. 66.	I	1	10h38′—11h	28—26,5	3,1095	0,0392	3,0703	1,2606	100:115,05	0,00178	0,1395	1:10,4	1:9,0	78,08
		2	11h4′—7′	24	3,8265	0,0555	3,7710	1,4504		0,0185	1,2570			67,94
	II	3	11h17′—35′	28	3,2371	0,0357	3,1960	1,1046	100:105,65	0,00198	0,1775	1:6,6	1:6,2	89,52
		4	11h40′—45′	22	5,6335	0,0658	5,5677	1,1681		0,0131	1,1135			84,61
	III	5	12h35′—50′	29	4,8794	0,0396	4,8398	0,8115	100:176,57	0,0026	0,3226	1:8,9	1:4,9	122,19
		6	12h52′—56′	20	6,4760	0,0928	6,3832	1,4329		0,0232	1,5958			68,78
62. 4. Jan. 67.	IV	7	10h30′—45′	36	1,8412	0,0214	1,8198	1,1622	100:147,32	0,00142	0,1213	1:11,4	1:7,7	84,52
		8	10h53′—56′	24—22	2,8618	0,0490	2,8128	1,7122		0,0163	0,9376			57,42
	V	9	11h33′—48′	38—36	2,2083	0,0201	2,1882	0,9102	100:273,71	0,00134	0,1459	1:18,6	1:6,8	108,86
		10	11h50′—53′	22	3,0995	0,0751	3,0244	2,4229		0,0250	1,0081			40,02
	VI	11	12h33′—48′	37	2,4322	0,0190	2,4132	0,7811	100:281,66	0,00126	0,1609	1:19,8	1:7,2	127,01
		12	12h50′—53′	22—20	3,5680	0,0785	3,4895	2,2001		0,0261	1,1631			44,45
59. 21. Debr. 66.	VII	13	9h16′—36′	32	4,8467	0,1027	4,7440	2,1187	100:147,91	0,0052	0,2375	1:0,65	1:0,44	45,61
		14	9h41′—56′	18	1,6529	0,0518	1,6011	3,1339		0,0034	0,1076			30,90
	VIII	15	10h35′—50′	28	6,8070	0,1070	6,7000	1,5720	100:111,45	0,0071	0,4466	1:0,26	1:0,24	62,61
		16	10h52′—11h7′	24—10	1,6780	0,0294	1,6486	1,7520		0,0019	0,1099			56,07
57. 10. Debr. 66.	IX	17	?	30	9,9985	0,1555	9,8430	1,5555	100:121,22	?	?	?	?	
		18	11h41′—54′	20	7,9882	0,1506	7,8376	1,8850		0,01158	0,6029			52,042
	X	19	12h—12h26′	29,5—29	8,4424	0,0918	8,3476	1,1220	100:91,71	0,00364	0,3210	1:1,428	1:1,556	88,054
		20	12h28′—40′	28—7	6,0586	0,0624	5,9962	1,0290		0,00520	0,4996			96,092
60. 28. Debr. 66.	XI	21	10h20′—35′	33	7,5292	0,1462	7,3830	1,9417	100:98,16	0,00974	0,4922	1:0,34	1:0,34	50,49
		22	10h36′—51′	18	2,6337	0,0502	2,5838	1,9060		0,00334	0,1722			51,46
	XII	23	11h19′—34′	33	3,6048	0,0410	3,5638	1,1373	100:125,05	0,00273	0,2375	1:4,8	1:3,8	86,92
		24	11h35′—40′	24—20	4,6120	0,0656	4,5464	1,4223		0,0131	0,9092			69,30

Jeder der obigen zwölf, an fünf Hunden angestellten, Doppelversuche besteht aus einer ersten Reizung bei schwachen, einer zweiten Reizung bei starken Strömen. Vor dem Auffangen der jedesmaligen zu einer Analyse verwandten Speichelportion liess ich regelmässig ungefähr 25 Tropfen abfliessen. Denn es durfte nicht das in den Drüsenräumen und den Ausführungsgängen noch vorräthige, sondern nur das durch die Reizung selbst producirte Secret aufgefangen werden.

Die Einsicht in die Versuchszahlen lehrt nun folgende Thatsachen:

1) Bei starker Reizung wird ein Speichel von höherem Procentgehalte an festen Bestandtheilen secernirt, als bei schwacher Reizung. Zehn von zwölf Doppelversuchen beweisen diesen Satz; nur No. X und XI machen eine Ausnahme. In beiden Versuchen war die Stromstärke bei der zweiten Reizung zu schnell über das für den Nerven erträgliche Maass hinaus gesteigert worden, wie am deutlichsten daraus hervorgeht, dass die Secretionsgeschwindigkeit in No. X nur unbedeutend stieg (in 1 Min. secernirtes Wasser in Port. 19=0,321 Grm., in Port. 20=0,4996 Grm.), in No. XI sogar sank (in No. XXI und XXII waren die Wassermengen für eine Minute bezüglich 0,4922 und 0,1722 Grm.).

2) Die Steigerung des Procentgehaltes bei Verstärkung der Reizung beruht in der Mehrzahl der Fälle darauf, dass die Secretionsgeschwindigkeit der festen Bestandtheile in höherem Verhältnisse steigt als die Secretionsgeschwindigkeit des Wassers. Dies gilt, wie ein Blick auf die Columnen *N* und *O* lehrt, für Versuch I—VI und XII ganz zweifellos. Vers. VII dagegen zeigt trotz der erheblichen Steigerung des Procentgehaltes eine Herabsetzung der Secretionsgeschwindigkeit, welche für das Wasser beträchtlicher war als für die festen Theile. Der bei dem zu hoch gegriffenen Schlittenstande 18 secernirte Speichel der Port. 14, dessen Procentgehalt 3,1339 betrug, war so dick wie eine Gallerte. — In Vers. VIII war die Stromstärke für Port. 16 ebenfalls zu schnell (von 24 auf 10) gesteigert worden.

Während der Speichel der letzteren Portion anfangs sehr schnell floss, wurde später bei den stärksten Strömen die Absonderung so sehr verlangsamt, dass die Reizung sehr lange fortgesetzt werden musste, um eine für die Bestimmung des festen Rückstandes hinreichende Speichelmenge zu erhalten. Die berechnete mittlere Secretionsgeschwindigkeit (Col. *L* und *M*) entspricht deshalb nicht dem wahren Verhalten.

Sehen wir von diesen Fällen, bei denen die Versuchsbedingungen nicht glücklich gewählt waren, ab, so zeigt sich unzweifelhaft, dass die Steigerung des Procentgehaltes bei Verstärkung der Reizung darauf beruht, dass sich die Ausfuhr an festen Bestandtheilen mehr beschleunigt als die Wasserausfuhr. Die grösste Steigerung des Procentgehaltes fällt mit der grössten absoluten Steigerung der Ausfuhr an festen Theilen zusammen (Vers. V. und VI). *) —

§. 11. Die Steigerung des Procentgehaltes des Speichels bei Verstärkung der Drüsenreizung beruht vorzugsweise auf Zunahme des Schleimgehaltes.

Bevor wir die im vorigen Paragraphen erörterte Thatsache weiter ausbeuten, wird zu ermitteln sein, welcher der festen Bestandtheile des Speichels bei Verstärkung der Reizung in vermehrtem relativem Verhältnisse in das Secret übergeht. — Schon der flüchtige Anblick des bei schwacher und bei starker Reizung secernirten Speichels lehrt, dass letzterer viel stärker fadenziehend, also wohl schleimreicher ist als ersterer. Wenn man den bei schwacher Reizung secernirten Speichel mit blauer Lacmustinctur versetzt und dann unter stetem Umrühren verdünnte Säure bis zur Röthung hinzufliessen lässt, so erhält man eine nur unbedeutende Mucinfällung; in dem bei starker Reizung gewonnenen Secrete bildet sich unter diesen Verhältnissen ein grosser zusammenhängender gallertiger Klumpen von Mucin.

*) Das obige Resultat weisen noch mehrere in §. 28 mitgetheilte Versuche auf.

Bestimmungen des Procentgehaltes des Rückstandes an verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheilen bestätigen, dass der höhere Procentgehalt des bei stärkerer Reizung gebildeten Speichels ganz vorzugsweise auf einem Mehrgehalte an organischen Bestandtheilen beruht. Leider konnten nicht viele derartige Bestimmungen gemacht werden, da die absolute Menge des Rückstandes meist für eine Aschenbestimmung zu gering war.

In Vers. VII. enthielt

Portion	Speichel	darin feste Theile	mit organischen Bestandtheilen	Asche
13.	4,8467 Grm.	0,1027 Grm. = 2,1187%	0,0775 Grm. = 1,5987%	0,0252 Grm. = 0,519%
14.	1,6529 Grm.	0,0518 Grm. = 3,1339%	0,0414 Grm. = 2,5047%	0,0104 Grm. 0,6292%

Mithin beträgt das Verhältniss des Procentgehaltes

an Gesammtrückstand	an organischen Bestandtheilen	an Asche
100:147,91	100:156,67	100:121,23

In Vers. VI. enthielt

Portion	Speichel	feste Theile	organische Bestandtheile	Asche
11.	2,4322 Grm.	0,0190 Grm. = 0,7812%	0,0093 Grm. = 0,3823%	0,0097 Grm. = 0,3989%
12.	3,5680 Grm.	0,0785 Grm. = 2,2001%	0,0541 Grm. = 1,5163%	0,0244 Grm. = 0,6838%

Mithin beträgt das Verhältniss des Procentgehaltes

an Gesammtrückstand	an organischen Bestandtheilen	an Asche
100:281,66	100:396,62	100:171,42.

Zwei andere Bestimmungen sind zwar, weil bei der Veraschung die eine Vergleichsportion verunglückte, zum Theil misslungen, aber das Resultat dennoch der Art, dass sich derselbe Schluss, wie aus den beiden obigen Bestimmungen, mit Sicherheit ergiebt.

In Vers. IV. enthielt die Portion 7 von 1,8412 Grm. an festem Gesammtrückstande 1,1622%. Die Vergleichsportion 8 von 2,8618 Grm. enthielt an Gesammtrückstand 1,7122%, davon Asche 0,6184%, organische Bestandtheile 1,0938%. Die stärkere Reizung lieferte also fast ebensoviel Procente an organischen Bestandtheilen, als die schwächere Reizung an Gesammtrückstand. Mithin muss die Steigerung des Gesammtgehaltes ganz vorzugsweise auf die organischen Bestandtheile bezogen werden.

Noch schlagender sind die aus Vers. V. gewonnenen Zahlen. Der Gesammtrückstand der Port. 9 betrug 0,9102%; Port. 10 ergab an

Gesammtrückstand 2,4229%, an Asche 0,6904%, an organischen Bestandtheilen 1,7325%, also fast noch einmal so viel, als Port. 9 an gesammten festen Bestandtheilen.

Sonach ist es zweifellos festgestellt, dass die stärkere Drüsenreizung, wenn die Stromstärken richtig getroffen werden, in der gleichen Zeit eine grössere Menge Speichel von höherem Gehalte an festen, ganz vorzugsweise aber an organischen Bestandtheilen liefert, als die schwächere Reizung.

Da nun aber die organischen Bestandtheile des Hundespeichels vorwiegend aus Mucin bestehen, gegen welches die übrigen verschwinden, so hat man volles Recht zu behaupten, dass Verstärkung der Drüsenreizung eine beschleunigte Schleimsecretion veranlasse, und dass diese in viel höherem Maasse steige, als die Wassertranssudation.

Die Stätte der Schleimbildung sind, wie wir bereits aus den mikroskopischen Beobachtungen wissen, gewisse Drüsenzellen. Dem Processe, durch welchen der Schleim in Lösung übergeht, wird genauer nachzuforschen sein.

§. 12. Vergleichende Beobachtungen an den Drüsen des Schafes.

Die Richtigkeit der letzteren Behauptung zu prüfen, dass die Steigerung des Gehaltes an organischen Bestandtheilen ganz vorwiegend auf den Schleimgehalt bezogen werden müsse, stellte ich noch fünf Doppelversuche an den Drüsen des Schafes an, dessen Speichel, wie wir bereits wissen, zwar Schleim enthält, aber in äusserst geringer Menge gegenüber dem Hundespeichel, während er viel reicher als dieser an Albuminaten ist. Die folgenden Versuche, ganz so wie die analogen beim Hunde angestellt, zeigen die Ergebnisse.

Nummer			Zeit des Auffangens.	Stand des Schlittens.	Gewicht in Grm.			Procentgehalt.	In 1 Min. secernirt in Grm.		Bemerkungen.
des Schafes	des Doppelversuches.	der Speichelportion.			des Speichels.	der festen Bestandtheile.	des Wassers.		feste Bestandtheile.	Wasser.	
A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*K*	*L*	
91. 27. April 67.	I	1	$10^h2'$—$11'$	21,5	1,7811	0,1310	1,6501	0,734	0,0145	0,1833	Portion 1 war durch Blut merklich verunreinigt, daher der sehr hohe Procentgehalt.
		2	$10^h15'30''$—$18'$	14	3,0363	0,0150	3,0210	0,494	0,0060	1,2084	
	II	3	$10^h39'$—$43'50''$	22	1,8293	0,0098	1,8195	0,535	0,0020	0,3619	
		4	$10^h46'$—$47'$	14—12	1,9728	0,0115	1,9613	0,582	0,0115	1,9613	
93. 4. Mai 67.	III	5	$10^h12'$—$32'$	27—26,5	1,9703	0,0102	1,9601	0,517	0,0005	0,0980	
		6	$10^h34'15''$—$36'50''$	13—10	3,0615	0,0182	3,0433	0,594	0,0070	1,1780	
	IV	7	$11^h1'$—$21'$	29—27	1,7594	0,0110	1,7484	0,625	0,0005	0,0832	
		8	$11^h23'30''$—$26'30''$	15—10	3,0616	0,0161	3,0455	0,525	0,0053	1,0151	
94. 8. Mai 67.	V	9	$9^h57'$—$10^h9'$	20	1,7005	0,0100	1,6905	0,588	0,0008	0,1409	
		10	$10^h12'45''$—$16'$	14	1,8840	0,0098	1,8742	0,520	0,0030	0,5766	

Man ersieht aus den obigen Versuchen, dass Verstärkung der Reizung zwar eine ganz ähnliche Steigerung der Secretionsgeschwindigkeit zur Folge hat, wie beim Hunde, dass aber der Procentgehalt des Schafspeichels, an sich sehr viel geringer als der des Hundespeichels, sich mit der Steigerung der Reizstärke nur äusserst wenig und nicht in constantem Sinne ändert.

Dies Resultat ist eine werthvolle Ergänzung des Befundes an den Hunden. Hier war der Speichel schleimreich, seine Absonderungsgeschwindigkeit und sein Gehalt an festen Theilen änderte sich wesentlich mit Verstärkung der Reizung. Beim Schafe spielt der Schleim eine untergeordnete Rolle. Die schleimarme Flüssigkeit fliesst bei Steigerung der Reizstärke zwar ebenfalls schneller, aber eine Steigerung des Procentgehaltes findet nicht in merklicher Weise statt. Die schon im vorigen Paragraphen begründete Ansicht, dass die Änderung der Reizstärke beim Hunde ganz vorwiegend durch Vermehrung der Schleimsecretion die procentische Zusammensetzung des Speichels beeinflusse, erhält hier eine neue Stütze.

§. 13. Würdigung des Einflusses der Reizungsdauer auf die Zusammensetzung des Speichels.

Wir kehren jetzt nochmals zu der Frage zurück, die schon in § 10 aufgeworfen wurde: ob die von LUDWIG entdeckte allmähliche Abnahme des Hundespeichels an organischen Bestandtheilen — Schleim — bei längerer Secretionsdauer zu deuten sei als Folge einer allmählichen Erregbarkeitsabnahme des Nerven und damit verbundenen Sinkens des Reizzustandes der Drüse, — oder ob sie auf einer allmählichen Erschöpfung der Drüse an löslichem organischem Material beruhe. Die volle Berechtigung zu dieser Frage geben die in den beiden letzten Paragraphen mitgetheilten Versuche: denn nach ihnen hängt ja die Schleimsecretion zweifellos von der Stärke der Nervenerregung ab.

Der letztere Umstand macht die Entscheidung augenscheinlich sehr schwierig. Die Erschöpfungstheorie könnte nur dann erwiesen werden, wenn sich herausstellte, dass bei zwei auf

einander folgenden Reizungen trotz gleichbleibender Erregungsstärke der Schleimgehalt abnähme. Wie aber die Gleichheit der Erregungsstärke feststellen? In Ermangelung eines besseren Criteriums müssen wir uns an die Secretionsgeschwindigkeit halten, und die — freilich nicht strenge zu erweisende — Hypothese zu Hülfe nehmen, dass bei gleicher Secretionsgeschwindigkeit die Drüse sich in gleichem Reizzustande befinde.

Bei Durchsicht der Versuche an Hunden, welche in der Tabelle aufgezeichnet sind, zeigt sich nun öfters, dass in mehreren, durch Zwischenversuche von einander getrennten Versuchen trotz fast gleicher Secretionsgeschwindigkeit der Procentgehalt des Secretes erheblich sinkt. So z. B. ist in Versuch 62

Portion	Schlittenstand	Procentgehalt	In 1 Min. secernirtes Wasser.
7	36	1,1622	0,1213 Grm.
9	38—36	0,9102	0,1459 »
11	37	0,7811	0,1609 »

Bei nahezu gleichen Stromstärken und Secretionsgeschwindigkeiten ist also der Procentgehalt jeder spätern Portion geringer als der der früheren, — was die ursprüngliche Annahme von der allmählichen Erschöpfung der Drüse an denjenigen Bestandtheilen, welche die Veränderung des Procentgehaltes bedingen, trotz der aufgeworfenen Einwendungen sehr wahrscheinlich macht.

Unsere Vorstellung von der Schleimsecretion — denn um diese handelt es sich ja ganz vorwiegend, — würde sich demnach folgendermassen gestalten. In der Drüse ist ein gewisser Vorrath an Schleim oder Schleim bildenden Substanzen vorhanden. Während des Secretionsvorganges werden diese durch einen vorläufig noch unbekannten chemischen Process in Lösung übergeführt, und zwar um so schneller, je stärker — innerhalb gewisser Grenzen — die Reizung der Chorda ausfällt. Die letztere Thatsache lässt kaum bezweifeln, dass die Nerven auf die den Schleim lösenden oder producirenden chemischen Processe einen directen Einfluss ausüben. Die blosse Berührung mit der aus dem Blute ausgeschiedenen Flüssigkeit ist zur Überführung

des Schleimes in das Secret nicht ausreichend: denn sonst müsste das Secret um so reicher daran sein, je länger die Flüssigkeit in den Drüsenräumen verweilt, d. h. je langsamer die Secretion vor sich geht. Wie dem auch sei — und darüber sich bestimmter zu äussern wird erst später der Ort sein —, jedenfalls nimmt mit der Dauer des Absonderungsvorganges der Vorrath an Schleim oder Schleim bildenden Substanzen in der Drüse ab, daher die allmähliche Verarmung des Secretes an diesem Bestandtheile.

Diese Vorstellung erklärt denn auch, dass der an Schleim arme Schafspeichel bei noch so langer Secretionsdauer seinen Gehalt an festen Bestandtheilen nur sehr wenig ändert. Das Schaf No. 94 wurde benutzt, um nach Gewinnung der zweiten Speichelportion (No. 10) die Reizung bis 3 Uhr 34 Min. fortzusetzen und dann während der nächsten 7 Minuten eine neue Speichelportion zur Bestimmung des Procentgehaltes aufzufangen. Während der Hundespeichel nach fünfstündiger Reizung eine Abnahme bis auf 0,2—0,5 des ursprünglichen Gehaltes zeigte, war bei dem Schafe der Gehalt nur auf 0,8 gesunken (von 0,52 % auf 0,42 %), eine Differenz, die dem so geringen Schleimgehalte des Speichels vollständig entsprechend ist.

Cap. III.

Die in dem Speichel der Unterkieferdrüse des Hundes auftretenden morphologischen Elemente.

§. 14. Beschreibung der morphologischen Elemente.*)

Im Jahre 1860 beschrieb Eckhard eigenthümliche morphologische Elemente des Sympathicus-Speichels mit folgenden

*) Ich kann hier nicht umhin, von dem sonstigen Plane dieser Abhandlung abweichend, in den folgenden Paragraphen auch die morphologischen Bestandtheile des Sympathicus-Secretes zu erwähnen, obschon das letztere erst später ausführlicher besprochen werden wird.

Worten: »Es finden sich in dem Sympathicus-Speichel unregelmässig geformte Körperchen von den verschiedensten Grössen. Ich habe solche gemessen von 0,015—0,040 Mm. Länge. Sie haben meist einen geringen Stich in's Gelbliche und bilden in möglichst reinem Sympathicus-Speichel gegen $^1/_3$ der ganzen Masse. Ihre Structur kann ich nicht besser bezeichnen, als wenn ich sage, dass dieselben vollkommen den Eindruck einer Sarcode ähnlichen Substanz machen, doch lässt sich an ihnen keine selbstständige Formänderung nachweisen. Man kann sich diese Körper in ihren Formen und ihrer Structur dadurch am besten zur Anschauung bringen, dass man den Speichel in eine Carminlösung einrührt und das Gemisch etwa eine Stunde stehen lässt.« In dem Chordaspeichel nahm er diese Elemente nicht wahr, dagegen beobachtete er hier: »1) stark das Licht brechende Körperchen von 0,0015—0,0030 Mm.; 2) zahlreiche, sehr kleine Molecule von unmessbarer Feinheit; 3) hier und da Spuren von Epithelzellen.« Leider sind die Angaben über die von ECKHARD beobachteten morphologischen Elemente so kurz gefasst, dass man zweifelhaft sein kann, was er eigentlich beschreiben will. Die Sympathicus-Gebilde bezeichnet er an einem spätern Orte (HENLE und PFEUFFER, Ztschr., Bd. 28. S. 121) als »Protoplasma-Klümpchen«, was sie zweifellos nicht sind. Die in dem obigen Citate von mir gesperrt abgedruckten Charaktere machen es mir fast gewiss, dass er im Sympathicus-Speichel die später von KÜHNE genauer beschriebenen grossen, meist aus Schleim bestehenden, Ballen gesehen hat, welche man in jedem Tropfen des Secretes beobachtet, so lange die Drüse noch nicht zu anhaltend functionirt hat.

Die Bildung von Speichelkörperchen in den Speicheldrüsen ist zwar schon früherhin von einigen Autoren wahrscheinlich gemacht worden, so namentlich von DONDERS; in dem rein aus den Drüsen aufgefangenen Secrete sind sie aber bis vor Kurzem fast immer vergeblich gesucht worden (KÖLLIKER, HENLE u. A.). Erst SCHLÜTER hat in seiner Dissertation das Auftreten von Speichelkörperchen in dem Secrete der Unterkieferdrüse des

Hundes sichergestellt. Doch habe ich zu erwähnen, dass — was SCHLÜTER nicht wusste — bereits ein Jahr vor dem Erscheinen jener Arbeit E. OEHL, wie ich aus VALENTIN's Jahresb. für 1865. S. 123 entnehme, amöboide Körperchen in demselben Secrete beobachtet hat. Ich kann fernerhin nicht umhin anzuführen, dass mein hochgeehrter Freund MAX SCHULTZE in Bonn mir im Mai 1865 gelegentlich mittheilte, er habe an sich selbst Gelegenheit gehabt, die massenhafte Entleerung von Speichelkörperchen aus dem Ductus Whartonianus festzustellen, nachdem dieser eine Zeit lang verschlossen gewesen war.

Das sind aber auch meines Wissens die einzigen bestimmten Angaben über die Bildung der aus dem menschlichen Munde in ihrer veränderten Gestalt schon so lange bekannten Gebilde innerhalb der Speicheldrüsen. Da die Erfahrungen von SCHLÜTER noch weit weniger vollständige waren, als die von mir im Laufe der Zeit gesammelten, will ich hier eine gedrängte Zusammenstellung der morphologischen Bestandtheile des Unterkieferspeichels (beim Hunde) nicht verabsäumen.

Ich sehe dabei ab von den chemischen Niederschlägen, die sich unter Umständen in der Flüssigkeit bilden. So in dem Chorda-Secrete, wenn dasselbe während längerer Reizungspause in dem Ausführungsgange stockt. Die ersten bei erneuter Reizung ausfliessenden Tropfen sind immer weisslich getrübt; unter dem Mikroskope sieht man leicht, dass diese Trübung von unmessbar feinen Körnchen herrührt, die zum Theil nachweislich aus kohlensaurem Kalk, zum Theil wohl aus Albuminaten bestehen. Ebenso kommen im Sympathicus-Speichel Niederschläge von Kalksalzen vor: theils rechteckige Platten, die auf der Fläche liegend wie helle Bänder, auf der Kante stehend wie schmale dunkle Stäbe aussehen und sich in Essigsäure lösen; — theils unter der Form gröberer dunkler Körnchen, letzteres namentlich dann, wenn während einer Reizungspause das Secret längere Zeit in den Gängen verweilt. Die Körnchen hängen sich dann mit Vorliebe an etwa vorhandene Schleimstücke oder Klumpen an, die Oberfläche derselben vollständig incrustirend. Bei diesen und sonstigen chemischen Speichelniederschlägen

will ich mich, wie gesagt, nicht länger aufhalten, um Zeit und Raum für die bei weitem wichtigeren zelligen oder doch zellenähnlichen Formen aufzusparen. Ich habe deren folgende beobachtet:

1) Gebilde, welche ich für nichts anderes als für Schleimzellen aus den Acinis halten kann. Die meisten Beobachter bestreiten das Vorkommen von Drüsenzellen in dem Secrete ganz und gar oder erwähnen höchstens losgestossene Epithelien der Ausführungsgänge, wie man sie regelmässig in den ersten unmittelbar nach dem Einlegen der Canüle gewonnenen Tropfen in grosser Zahl beobachtet. — In dem durch Sympathicusreizung gewonnenen Speichel finden sich nach meinen Erfahrungen zwar nicht häufig, aber dafür, wo sie einmal vorhanden sind, desto unzweifelhafter dieselben Zellen vor, welche ich oben als Schleimzellen der Drüse beschrieb. Ich habe sie in 7 Versuchen, welche jeder mehrere Stunden lang währten und in denen ich den Speichel bei jeder einzelnen Reizung untersuchte, dreimal beobachtet (vgl. Tab. III. Fig. XI a.): scharfcontourirte, rundliche, keulenförmige oder birnförmige Gebilde von hellem Inhalte, welche ihre Identität mit den Schleimzellen der Alveolen theils durch die charakteristischen Fortsätze, theils durch die rundlichen oder platten Kerne bekundeten.

So wenig ich in den Fällen, wo ich zellige Gebilde wie die in T. III. Fig. XI *a.* gezeichneten traf, über deren Bedeutung zweifelhaft sein konnte, seit ich die histologische Zusammensetzung der Drüse selbst kennen gelernt, so sehr im Ungewissen bin ich lange über die von Eckhard im Sympathicus-Speichel gekannten Gebilde geblieben. Kühne beschreibt dieselben sehr richtig als blasse, gallertige Klümpchen von verschiedener Form und Grösse, welche zum Theil »einen im Innern gelegenen besonderen Gallertklumpen« enthalten und ihren mikrochemischen Reactionen nach theils aus Eiweiss, theils aus Mucin, theils aus Gemischen beider bestehen. »Man kann sich des Gedankens nicht erwehren, dass sie Umwandlungsproducte der Drüsenzellen selbst darstellen.« Diese letztere Vermuthung halte ich für vollständig begründet, weil ich Formen der »Klümpchen« gesehen

habe, die mit denen der Schleimzellen der Alveolen vollständig übereinstimmten, nur in allen Dimensionen etwas grösser waren, aber trotzdem ihren Ursprung deshalb nicht verkennen liessen, weil sie noch von der Zellmembran umgeben waren (vgl. T. III. Fig. XI, *b.*). In dem Sympathicus-Speichel selbst sind diese an ihrer Gestalt noch als Umwandlungsproducte der Schleimzellen erkennbaren Gebilde selten. Ich habe sie aber in ziemlicher Zahl angetroffen, als ich den Duct. Whartonianus bei einem Hunde unterband und den in der Drüse aufgestauten Speichel nach 24 St. auffing. Die Schleimzellen der Alveolen enthalten den Schleim offenbar nicht schon in einer leicht löslichen Form. Die Lösung desselben bei dem Secretionsvorgange setzt erst chemische Umsetzungen voraus, welche, durch die Nervenreizung eingeleitet, zunächst zu starker Quellung führen. In den ersten Stadien derselben behalten die gequollenen Elemente noch eine ihrer ursprünglichen unverkennbar ähnliche Gestalt bei, später werden sie zu den unbestimmt begrenzten Schleimballen, wie sie der Sympathicus-Speichel in so grosser Zahl enthält. Dass diesen Schleimkörpern noch Albuminate beigemengt sind, erklärt sich daraus, dass die Schleimzellen der Alveolen ja immer noch einen Rest von Protoplasma enthalten. Das letztere scheint bei dem chemischen Processe, der in den Drüsenzellen durch die Nervenreizung eingeleitet wird, zum grossen Theile noch in Schleim überzugehen. Der wechselnde Gehalt der Schleimballen an Eiweisskörpern hängt von der mehr oder weniger vorgeschrittenen Schleimmetamorphose des Protoplasmarestes der Schleimzellen ab.

2) Weitere morphologische Elemente des Speichels sind eigenthümliche helle, kreisrunde, blasse tropfenartige Gebilde von sehr veränderlicher Grösse: die meisten in den Grenzen von 0,0042 — 0,0112 Mm. Ihr Brechungsindex ist dem des Speichels so ähnlich, dass sie innerhalb der Flüssigkeit wie hingehauchte Schatten zu schweben scheinen. Gute Beleuchtung und aufmerksames Durchsuchen des Objectes ist nöthig, um sie zuerst zu entdecken. Ist die Aufmerksamkeit einmal auf dieselben hingelenkt, so findet man sie leichter wieder. Lässt man

einen Speicheltropfen, welcher an ihnen reich ist, im feuchten Raume liegen, so treten mit der Zeit ihre Begrenzungen schärfer hervor und an ihren Rändern schlagen sich feine Körnchen nieder. Bei Zusatz von Essigsäure werden in ihrem Innern ebenfalls unmessbar feine Körnchen sichtbar. Wenn man Zerzupfungspräparate von Speicheldrüsen nach Maceration in Chromsäure oder Iodserum anfertigt, so isoliren sich oft Gebilde, die sich in Nichts von den oben beschriebenen unterscheiden. Man kann sich bei ihrer Betrachtung des Gedankens nicht erwehren, dass sie Tropfen einer flüssigen Substanz darstellen, die an ihrer Oberfläche ein Begrenzungshäutchen niedergeschlagen haben.

Ihr Vorkommen im Speichel beschränkt sich auf ganz bestimmte Bedingungen. Zahllos ist meist ihre Menge, wenn auf eine längere Reizung des einen der beiden Secretions-Nerven der Drüse die des andern folgt. Der Reichthum der ersten aus Chorda- und Sympathicus-Secret gemischten Speicheltropfen schwindet aber schnell bei längerer Fortdauer der Absonderung zweiter Art. Auch treten sie, wenn man den Wechsel der gereizten Nerven im Laufe eines längeren Versuches öfter wiederholt, nur einige Male auf, so lange das Secret noch reich an festen Bestandtheilen ist, aber nicht mehr, nachdem in Folge andauernder Absonderungsthätigkeit der Gehalt der Flüssigkeit an gelösten Substanzen gesunken ist. Bei alleiniger Reizung der Chorda habe ich die fraglichen Gebilde niemals, bei alleiniger Reizung des Sympathicus nur in einem Falle, der überhaupt viel Abweichendes von dem gewöhnlichen Verhalten hatte, beobachtet. Der sympathische Speichel floss ungewöhnlich reichlich und war ungewöhnlich wenig zähe. Vielleicht handelte es sich hier um einen Fall von continuirlicher Secretion, — wovon später in dem Capitel über den sog. paralytischen Speichel ausführlicher die Rede sein wird.

3) Die Speichelkörperchen kommen in dem Secrete der Unterkieferdrüse in mehrfachen Formen vor.

a) Kleine Zellen von runder Gestalt, häufig mattem Glanze und äusserst schwach granulirtem Aussehen, welche nur aus Protoplasma und einem, in den frischen unveränderten

Zellen wenigstens nicht sichtbaren Kerne bestehen. Es ist dies jene einfachste Form von Protoplasma-Zellen, die man seit lange kennt und je nach dem Orte und den Bedingungen ihres Vorkommens als Schleimkörperchen, lymphoide Körperchen des Bindegewebes, Eiterkörperchen u. s. f. bezeichnet hat. Sie zeigen alle in der neueren Zeit so oft beschriebenen Eigenschaften der letztgenannten Gebilde; so namentlich eine grosse Quellungsfähigkeit in Wasser, nach dessen Zusatz zu dem Speichel ihr Volumen und ihre Durchsichtigkeit zunimmt, während im Innern Molecularbewegung auftritt; ferner das Erblassen bei Zusatz von Essigsäure, die einen dunkeln, runden oder mehrfach gekerbten Kern erkennen lässt u. s. f.

Die Grösse der Körperchen scheint mir in dem Chorda- und in dem Sympathicus-Speichel nicht ganz gleich zu sein. In dem ersteren mass ich durchschnittlich 0,0084 Mm., in dem letzteren 0,0112 Mm.

Eine genauere Untersuchung dieser Zellen lehrt, dass sie trotz ihres gleichen äusseren Aussehens nicht alle gleiche physiologische Eigenschaften besitzen. Man hat vielmehr bewegliche und unbewegliche Körperchen zu unterscheiden. Die letzteren zeigen nie Gestaltveränderungen, weder bei der Zimmertemperatur noch auf dem heizbaren Objecttische bei 40—42° C. Lässt man die Temperatur auf 50° steigen, so scheint plötzlich ihr Imbibitionsvermögen zu wachsen: sie werden ein wenig grösser und durchsichtiger, während oft kleine helle Tröpfchen aus ihnen austreten.

Die beweglichen Körperchen zeigen die schönsten amöboiden Gestaltveränderungen in dem frischen (Chorda- wie Sympathicus-) Secrete, entweder schon ohne Weiteres oder doch auf SCHULTZE's Object-Tisch. (In Tab. IV. Fig. XVIII. sind bei *a* und *b* ruhende und in Bewegung begriffene Körperchen abgebildet.)

Zwischen den ruhenden und den exquisit amöboiden Körperchen giebt es eine Zwischenform, welche es zwar nicht zu lebhaften Bewegungen, aber doch zum Austreiben kleiner, spitzer Fortsätze auf der Oberfläche bringt.

Es lässt sich keine bestimmte Regel für das Auftreten dieser verschiedenen Abarten der Körperchen geben: dass die Beschaffenheit der Flüssigkeit es nicht ist, welche die Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit bedingt, geht am deutlichsten daraus hervor, dass man oft beiderlei Körperchen dicht neben einander vorfindet.

Wenn man in neuerer Zeit hier und da sich der Ansicht zugeneigt hat (vgl. BÖTTCHER, VIRCH. Arch. XXXV, 145 u. flgd.), dass die Contractilitätserscheinungen an in Flüssigkeiten suspendirten Zellen auf der Einwirkung von Bedingungen beruhe, die erst der Beobachter zu dem Object hinzubringe, während die Zellen innerhalb der unveränderten Flüssigkeiten, in denen sie in dem Organismus vorkommen, amöboide Bewegungen stets vermissen liessen —, so bieten die Speichelkörperchen eine günstige Gelegenheit, jene Zweifel an der originären Natur der Bewegungen zu beseitigen. Ich habe sehr oft den aus der Drüse strömenden Speichel sofort unter das Mikroskop gebracht und innerhalb desselben bereits die zackigen bizarren Formen vorgefunden, in welche die runden Körperchen bei ihren Bewegungen übergehen; die Gestaltsveränderung war ohne Zweifel bereits in der Drüse vor sich gegangen.

b) Gewisse andere Formen von Speichelkörperchen habe ich allen Grund als Untergangsformen anzusehen. Man findet Körperchen von der Gestalt und Grösse der erstbeschriebenen, aber mit dunkeln Körnchen durchsetzt, zwischen denen helle, vom Protoplasma ausgeschiedene Flüssigkeitstropfen auftreten —, Vacuolenbildung. Die kleinen Tropfen können zu einem grossen zusammenfliessen, der die Mitte des Körperchens einnimmt, die körnige Protoplasma-Masse an die Peripherie verdrängend, oft in solchem Maasse, dass sie als eine nur schmale Randzone übrig bleibt. Hand in Hand mit dieser innern Veränderung des Protoplasma's geht auch eine Veränderung an seiner Oberfläche: es entsteht hier eine verdichtete Schicht, eine Zellmembran. Den Schluss bildet oft ein vollständiger Austritt des körnig zerfallenen Protoplasma's aus dieser Membran, so dass letztere nur

als dunkeler Begrenzungsring eines hellen homogenen flüssigen Inhaltes zurückbleibt (vgl. T. IV. Fig. XVIII *c.*).

Die beschriebenen Untergangsformen findet man ganz vereinzelt schon in dem frischen Secrete. Man kann sie aus den zuerst geschilderten Körperchen entstehen sehen, wenn man Speichel, welcher diese enthält, längere Zeit aufbewahrt. Das aus den zerfallenen Körperchen ausgetretene Protoplasma findet sich dann in der Gestalt von Körnchenhaufen neben Gruppen blasser Ringe vor, die nichts als entleerte Formen der Leichen darstellen. Die Körnchen färben sich durch Anilinblau, die Ringe nicht.

4) Endlich sei der Vollständigkeit halber schon hier erwähnt, dass man ab und zu in dem unter gewöhnlichen Umständen, häufig in dem nach 24stündiger vorgängiger Unterbindung des Ausführungsganges aufgefangenen Speichel Zellen von grösseren Ausmaassen als die Speichelkörperchen bis zu dem 3—4fachen Durchmesser derselben vorfindet, welche sofort dadurch in die Augen fallen, dass ihr Protoplasma dicht von dunkeln Körnchen durchsetzt ist. Ihre Bedeutung kann ich erst an einem spätern Orte (bei Besprechung der histologischen Veränderungen, welche die Drüse durch ihre Thätigkeit erfährt) auseinandersetzen. (In Tab. IV. Fig. XIX sind einige solche Zellen gezeichnet.)

§. 15. Die Bedingungen des Auftretens der Speichelkörperchen in dem Secrete der Unterkieferdrüse.

Es ist nicht ganz richtig, dass, wie meistentheils angenommen wird, die Speichelkörperchen im Secrete der Submaxillardrüse für gewöhnlich ganz fehlen. Wenn man beim Beginne eines Experimentes die ersten Speicheltropfen auffängt, findet man bei anhaltendem Suchen allerdings nicht immer, aber doch oft genug vereinzelte Körperchen vor. Die Seltenheit des Fundes erklärt sich wohl daraus, dass die Körperchen unter gewöhnlichen Bedingungen in dem Maasse, als sie sich bilden, durch das Secret fortgeschwemmt werden, wozu namentlich bei der während des Fesselns der Hunde und der vorbereitenden

Operation meist reichlichen Secretion Gelegenheit genug geboten wird. Stellt man Bedingungen her, unter denen die Entfernung der Körperchen verhindert wird, so häufen sie sich in hinreichender Menge an, um dem Beobachter nicht entgehen zu können.

Als ich einem Hunde den Duct. Whartonianus an seinem vordersten Ende unterband und nach 24 Stunden den in der Drüse aufgestauten Speichel untersuchte, fanden sich in dem Secrete Tausende von Körperchen. Die Drüse zeigte übrigens nach diesem Eingriffe manches Eigenthümliche: sie secernirte continuirlich, wenn schon sehr langsam, so dass aus der Canüle in Zwischenräumen von $2^1/_2$ bis 3 Minuten Tropfen abfielen. Das Secret war sehr dünnflüssig. Reizung der Chorda beschleunigte die Secretion zwar erheblich, aber sie wurde doch nicht so lebhaft, wie bei Reizung des Nerven einer normalen Drüse unter gleichen Umständen. Reizung des Sympathicus vergrösserte ebenfalls die Secretionsgeschwindigkeit, aber der Speichel gewann nur sehr wenig an Consistenz. Die Drüse selbst war ein wenig ödematös, was man an dem deutlicheren Hervortreten der Grenzen der einzelnen Läppchen merkte und fühlte sich, selbst nachdem durch Reizung der Chorda längere Zeit Absonderung unterhalten worden war, merklich härter an als die normale Drüse der andern Seite.*) — Man könnte daran denken, dass bei diesem Versuche die 24stündige Umschnürung des Ausführungsganges eine entzündliche Reizung der Schleimhaut desselben und in Folge dessen reichliche Production von Eiterkörperchen (Katarrh) veranlasst hätte. Allein der Gang hatte an seiner normalen Durchsichtigkeit, die Schleimhaut von ihrem gewöhnlichen Aussehen Nichts verloren. Ferner hätten, einen blossen Schleimhautkatarrh als Erzeugungsursache vorausgesetzt, die producirten Körperchen durch den vermittelst längerer Chordareizung hervorgerufenen anhaltenden Speichelstrom schnell fortgespült werden müssen. Aber es kamen, so

*) Weiteres über die unter den obigen Bedingungen eintretende stetige Absonderung s. in Cap. VI.

oft ich die Reizung wiederholte, immer neue Massen zum Vorscheine Endlich trifft die folgenden Versuche dieser Einwand nicht, weil der Abfluss des Secretes auf ganz andere Weise gehindert wurde.

Bei einem Hunde wurde früh $10^1/_2$ Uhr eine Canüle in den Duct. Whartonianus gelegt und der Ram. lingualis Trigemini oberhalb des Abganges des Drüsenastes durchschnitten, wobei sich in Folge der mechanischen Reizung die Canüle grösstentheils mit Speichel füllte. Nachmittags $3^1/_2$ Uhr wurden 4 Portionen Speichel von je einem Ccm. durch Reizung der Chorda aufgefangen. Die erste Speichelportion war sehr dick, fast gallertartig, reich an Schleimballen, wie sie sonst im Sympathicus-Speichel vorkommen, und ebenso an Speichelkörperchen, die haufenweise bei einander lagen. Die folgenden Portionen waren viel dünnflüssiger und an Körperchen ärmer, die letzte enthielt sie nur noch äusserst sparsam. Als nach 10 Minuten die Chorda von neuem gereizt wurde, enthielt das Secret wieder sehr zahlreiche Körperchen.

Bei einem andern Hunde wurde früh $9^1/_2$ Uhr die Nervendurchschneidung gemacht, Nachmittags 3 Uhr der Gang blossgelegt, welcher ganz platt zusammengefallen und leer war. Die ersten aus der eingelegten Canüle durch Chordareizung ausgetriebenen Tropfen waren mässig consistent und enthielten wenige Körperchen; als nach 10 Minuten wieder einige Tropfen zur Untersuchung entnommen wurden, floss der Speichel sehr dick, reich an Schleimballen und Körperchen, die auch in jeder spätern Probe in nicht zu geringer Zahl auftraten. — Am nächsten Morgen um 10 Uhr wurde von neuem eine Canüle in den Gang gelegt; es fand eine zwar äusserst langsame, aber doch zweifellose stetige Absonderung statt, die sich durch Reizung des Tags zuvor durchschnittenen Nerven beschleunigen liess. Es wurden nun folgende Proben entnommen:

1) 15 Tropfen; Secret dünn, opalescirend, enthält wenige Körperchen.

2) 8 Tropfen; nur einzelne Körperchen.

3) 8 Tropfen; darin Speichelkörperchen in grösserer Zahl, meist in Häufchen von 6—8.

4) 8 Tropfen; Speichel hell und durchsichtig, Speichelkörperchen sehr zahlreich, in Flocken von Hunderten.

Nach diesen Beobachtungen scheint es mir unzweifelhaft, dass in der Drüse fortwährend Speichelkörperchen gebildet werden, und dass es nur passender Umstände bedarf, welche ihre fortwährende Entfernung verhindern, um sie in solchen Mengen im Secrete zu finden, dass sie füglich nicht übersehen werden

können, was allerdings unter gewöhnlichen Verhältnissen leicht möglich ist.

Die Bildung der Körperchen beschleunigt sich nun in erheblichem Maasse, wenn die Drüse durch länger anhaltende Reizung des einen oder des andern Secretionsnerven in andauernde Thätigkeit versetzt wird.

Der Gang der Erscheinungen bei den Versuchen ist in der Regel folgender.

Ich setze voraus, dass die Drüse durch Reizung der Chorda oder des Sympathicus oder abwechselnd des einen und des andern Nerven abzusondern veranlasst werde, mit der Maassgabe, dass auf eine längere Reizung von etwa 1/4 Stunde allemal eine ebenso lange Pause folge. Unter diesen Umständen ist in den ersten 1—2 Stunden die Zahl der Körperchen im Secrete meistens so gering, dass sie leicht zu fehlen scheinen. Später finden sie sich zahlreicher, und zwar zunächst nur in den ersten nach jeder Pause entleerten Flüssigkeitstropfen, meist in Häufchen von 5 — 10 zusammengelagert; endlich werden diese Häufchen, welche mit den ersten Tropfen ausgeschwemmt werden, so gross, dass man sie nicht selten mit unbewaffneten Augen als kleine weisse Flöckchen zu sehen im Stande ist, während die späteren Tropfen einer jeden Reizung an verstreuten Körperchen so reich sind, wie die Lymphe an Lymphkörperchen. Die Häufchenbildung beruht auf einer Neigung der Körperchen, in dem innerhalb der Gänge während der Ruhepause stagnirenden Secrete sich zu senken und mit einander zu verkleben.

Dass, wie Schlüter anzunehmen geneigt war, die Reizung des Sympathicus das Auftreten der Speichelkörperchen mehr begünstige als die Reizung der Chorda, habe ich nicht finden können. Wenn ich auf der einen Seite eines Versuchsthieres ausschliesslich den einen, auf der andern ausschliesslich den andern Nerven reizte, traten die Speichelkörperchen in den beiderseitigen Secreten nahezu gleichzeitig auf: im sympathischen Speichel erscheint nur oft die Menge relativ grösser wegen des so viel geringeren Volumens der Flüssigkeit.

Nach den obigen Mittheilungen findet also in der Sub-

maxillardrüse des Hundes fortwährend in freilich nur geringem Maassstabe ein Zellenbildungsprocess statt, dessen Energie durch die Reizung der von aussen an die Drüse herantretenden Secretionsnerven erheblich gesteigert wird. Dass diese Zellenbildung im nächsten Zusammenhange mit der Secretion des Schleimes steht, sei hier vorläufig nur andeutungsweise erwähnt. Hervorheben muss ich aber noch, dass ich in dem Secrete der Unterkieferdrüse des Kaninchens niemals Speichelkörperchen angetroffen habe. Ich will deshalb die Möglichkeit eines vereinzelten Vorkommens derselben nicht in Abrede stellen, wie sie ja NAWROCKI (s. den folgenden Aufsatz dieses Heftes) ab und zu im Parotidensecrete wahrgenommen. Ja es wäre wunderbar, wenn in diesen Flüssigkeiten nicht hier und da derartige Gebilde in kleiner Zahl vorkämen, weil ja die Ausführungsgänge der Drüsen mit einer Schleimhaut ausgekleidet sind, die wohl, wie alle Schleimhäute, Schleimkörperchen produciren wird. Von einem derartig massenhaften Auftreten aber, wie es im Secrete der Submaxillardrüse bei längerer Reizung zur Beobachtung kommt, ist in dem Secrete der Submaxillaris des Kaninchens sicher nicht die Rede.

Cap. IV.

Die Veränderungen, welche die Unterkieferdrüse des Hundes durch ihre Thätigkeit bei Reizung der Chorda erfährt.

§. 16. Chemische Veränderungen.

Eine lange und stark von der Chorda aus gereizte Gld. submaxillaris zeigt immer eine geringere Consistenz als eine diesem Eingriffe nicht unterworfene Drüse, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Reizung nur auf die Drüse der einen Seite beschränkt und nach Beendigung des Versuches die beiden Drüsen mit einander vergleicht. Ein merkliches Bindegewebsödem ist niemals vorhanden, wenn man für freien Abfluss des Speichels gesorgt hat.

Der grösseren Weichheit des Drüsenkörpers entspricht eine merkliche Zunahme seines procentischen Wassergehaltes, eine Abnahme seines Gehaltes an festen Bestandtheilen.

Um diese Thatsache festzustellen, wurde das Versuchsthier, dessen eine Drüse möglichst lange von der Chorda aus in energischer Thätigkeit gehalten worden war, durch Durchschneidung der grossen Halsgefässe getödtet, um die Drüsengefässe so gut als es anging von Blut zu entleeren. Die aus ihrer Kapsel sorgsam auspräparirten beiderseitigen Drüsen wurden von dem noch oberflächlich anhaftenden Bindegewebe durch Scheere und Pincette befreit, ein etwa aus den Drüsenvenen ausgetretenes Bluttröpfchen durch Seidenpapier fortgesogen, sodann die Drüsen nach Entfernung der benachbarten Sublingualis zwischen Uhrschälchen gewogen. Darauf wurden abgewogene Stücke der Drüse in einem ebenfalls abgewogenen Tiegel zuerst im Luftbade bei 100° bis zur Käseconsistenz ausgetrocknet, in diesem Zustande unter Vermeidung jeglichen Verlustes mittelst eines blanken Scalpells in kleine Stückchen geschnitten und diese bei 108—110° C. bis zum Aufhören jedes Gewichtsverlustes weiter getrocknet.

Das stetige Ergebniss war Mindergehalt der gereizten Drüse an festen Bestandtheilen, Mehrgehalt an Wasser gegenüber der nicht gereizten Drüse, wie folgende Beispiele lehren.*)

Hund No. LII. Reizung des linken Ram. lingualis Trigemini vor dem Abgange des Drüsenzweiges von 10^h bis 3^h, jedesmal 10 Min. lang; zwischen je zwei Reizungen 5 Min. Pause. — Gesammtmenge des abgesonderten Speichels 75 Ccm.

Gewicht der gereizten Drüse 5,4164 Grm.
» » ruhenden » 6,8550 »

				feste Theile	Wasser
1,2043 Grm.	ruhende	Drüse	enthalten	0,2775 Grm.	0,9268 Grm.
mithin 1 »	»	»	»	0,2304 »	0,7698 »
1,4348 »	gereizte	»	»	0,2675 »	1,1673 »
mithin 1 »	»	»	»	0,1864 »	0,8135 »

Verhältniss des Procentgehaltes der ruhenden und der gereizten Drüse:

an festen Theilen 100 : 80,89
an Wasser . . . 100 : 105,7.

*) Die folgenden Bestimmungen sind auf meine Bitte von meinem damaligen Assisten Hrn. Prof. Nawrocki in Warschau mit grösster Sorgfalt ausgeführt worden.

Hund No. LIII. Derselbe Versuch; Reizung von 9^h bis $2^1/_2{}^h$; Secretion im Ganzen spärlich, nur 55 Ccm.

Gewicht der ruhenden Drüse 5,0573 Grm.
» » gereizten » 5,0399 »

	feste Theile	Wasser
1,0722 Grm. ruhende Drüse enthalten	0,2579 Grm.	0,8143 Grm.
also 1 » » » »	0,2405 »	0,7594 »
1,1528 » gereizte » »	0,2476 »	0,9052 »
also 1 » » » »	0,2147 »	0,7852 »

Verhältniss des Procentgehaltes der ruhenden und der gereizten Drüse:

an festen Theilen 100 : 89,2
an Wasser . . . 100 : 103,3.

Hund No. LIV. Derselbe Versuch; Reizung von $8^3/_4{}^h$ früh bis $7^3/_4{}^h$ Abends. Gesammtmenge des secernirten Speichels 219,5 Ccm.

Gewicht der ruhenden Drüse 6,3585 Grm.
» » gereizten » 5,9092 »

	feste Theile	Wasser
1,7199 Grm. ruhende Drüse enthalten	0,4859 Grm.	1,2340 Grm.
also 1 » » » »	0,2825 »	0,7174 »
1,2896 » gereizte » »	0,4879 »	1,8017 »
also 1 » » » »	0,2131 »	0,7869 »

Verhältniss des Procentgehaltes der ruhenden und der gereizten Drüse:

an festen Theilen 100 : 75,43
an Wasser . . . 100 : 109,68.

Man könnte geneigt sein, das Steigen des Wassergehaltes der gereizten Drüse auf einen Mehrgehalt ihrer Blutgefässe oder Lymphräume an Flüssigkeit zu beziehen. Was das Blut betrifft, so dürfte der Verdacht auf dasselbe für um so mehr begründet gelten, als ja bekanntlich bei Reizung der Chorda die die Drüse durchströmenden Blutmengen ausserordentlich zunehmen. Allein es ist zu bemerken: 1) dass durch den Verblutungstod ein grosser Theil des Blutes entfernt wird; 2) dass die mikroskopische Untersuchung der Drüsen Unterschiede des Blutgehaltes, welche jene Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung erklären könnten, nicht nachweist; 3) dass bei anhaltender Reizung des Sympathicus, — wie später zu berichten — die Zusammensetzung der Drüse sich in demselben Sinne, wenn schon nicht

in demselben Grade, ändert, obgleich dabei ja die Blutzufuhr zur Drüse ausserordentlich beschränkt wird. Die letztere Thatsache schliesst auch den vermehrten Lymphgehalt als Ursache des höheren Wassergehaltes aus; denn bei Sympathicus-Reizung beobachtet man niemals Entstehung von Ödem in dem interstitiellen Bindegewebe der Drüsenläppchen. Nach Allem ist nicht zu bezweifeln, dass in den obigen Procentzahlen sich Veränderungen des Drüsenparenchyms selbst ausdrücken, welches ja gegenüber den accessorischen Geweben (Bindegewebe u. s. f.) bei weitem die Hauptmasse des ganzen Organes ausmacht.

Schliesslich möchte ich darauf aufmerksam machen, dass in den obigen Versuchen die gereizte (linke) Drüse immer weniger wiegt als die ruhende (rechte). Bidder fand unter 11 verschiedenen Gewichtsbestimmungen der beiderseitigen (normalen) Drüsen die linke nicht unerheblich schwerer als die rechte; von zwei Bestimmungen, die ich machte, gilt dasselbe. Es dürfte also wohl nicht zu gewagt sein zu schliessen, dass durch anhaltende Reizung das absolute Gewicht der Drüse verringert wird.

§. 17. Anatomische Veränderungen.

Die merkwürdigen anatomischen Veränderungen, welche die Gld. submaxillaris bei anhaltender lebhafter Thätigkeit erfährt, treten am stärksten hervor, wenn man die Absonderung durch Reizung der Chorda mittelst mässig starker Ströme (24—20 meines Magnetelektromotors) Stunden lang unterhält und nur durch möglichst kurze Pausen der Ruhe unterbricht. Die letzteren werden fast unnöthig, wenn man die gereizte Nervenstrecke oft wechselt. Den an den ausgeschnittenen Froschnerven gemachten Erfahrungen entgegen, habe ich oft zu meinem Erstaunen gesehen, dass wenn ich zuerst das äusserste centrale Stück des durchschnittenen Nerven bis zum fast völligen Versagen des Dienstes, unmittelbar darauf ein mehr peripherisches bis zum merklichen Sinken seiner Wirksamkeit gereizt hatte, ich ohne Pause wieder zu der ersten Stelle mit dem besten Erfolge zurückkehren konnte: während die Erregbarkeit der mehr

peripherisch gelegenen Stelle auf ein geringes Maass gesunken war, hatte die des centralen Endes wieder einen erheblichen positiven Zuwachs erfahren. Für zu starke Ströme freilich gilt dies nicht mehr. Aber auch zu schwache sind nicht anzuwenden, wenn man die sogleich zu beschreibenden histologischen Veränderungen in möglichst schlagender Weise sich vollziehen sehen will. Reizt man die beiden Nerven der beiderseitigen Drüsen abwechselnd gleich lange, den einen bei dem Schlittenstande 34 — 30, den andern bei einer um 10 Ctm. grösseren Annäherung, so findet man die letztere Drüse immer ausgeprägter verändert, obschon auch die erstere sich von einer normalen unverkennbar unterscheidet.

Schon auf die mehrfach beschriebene Weise angefertigte Alkoholpräparate zeigen auf den ersten Blick überraschende Abweichungen von dem Bilde einer normalen Drüse (vgl. T. II. Fig. V. Vergr. 350). Die übergrosse Zahl der Acini lässt einen Unterschied zwischen Randzellen und centralen (Schleim-) Zellen nicht mehr wahrnehmen: die letzteren, kenntlich durch ihre Grösse, den Mangel der Färbung, die in Folge der Präparation meist abgeplatteten Kerne, sind verschwunden. Alle Zellen sind stark granulirt, durch den Farbstoff geröthet, haben in der grossen Mehrzahl einen runden Kern und merklich geringere Dimensionen als die Schleimzellen. Das Bild dieser Acini ist für uns kein vollständig neues. Wir haben in der normalen Drüse in kleiner Anzahl Alveolen angetroffen, welche dieser Beschreibung vollkommen entsprechen (vgl. Tab. II. Fig. IV *B*.); fast durchgängig zeigen diesen Bau die Alveolen der Drüsen neugeborner Hunde (s. T. IV. Fig. XII.). Doch trifft man immerhin ab und zu in der veränderten Drüse noch einen einzelnen Acinus mit den von der normalen her bekannten Schleimzellen.

Hat man die Ströme zur Nervenreizung schwächer gewählt oder die Absonderungsthätigkeit durch längere Ruhepausen unterbrochen, so sind die Veränderungen weniger weit vorgeschritten. Die Mitte der Acini enthält oft noch helle Schleimzellen (vgl. T. I. Fig. III. Vergr. 230), die jedoch meistens mehr

granulirt sind als in der normalen Drüse, und einen runden Kern statt des platten besitzen. Die Peripherie der Acini zeigt in grösserem Umfange als gewöhnlich die Schicht der Randzellen ausgebildet. Zwischen dem Bilde Fig. III. und Fig. V. kommen nun je nach der Stärke und der Dauer der Reizung alle möglichen Übergänge vor.

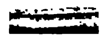
Nicht unerwähnt mag bleiben, dass öfters, aber durchaus nicht beständig, in dem Bindegewebe zwischen den Läppchen der gereizten Drüse Lymphkörperchen in auffallender Zahl auftreten.

Die Kenntniss der Formelemente der gereizten Drüse zu erweitern, sind Zerzupfungspräparate nothwendig, welche sich nach Maceration in Lösungen von doppeltchromsaurem Kali, Chromsäure und Iodserum zwar herstellen lassen, aber immerhin mit grösserer Schwierigkeit als Isolationspräparate normaler Drüsen.

Man findet in solchen Zerzupfungspräparaten nun folgende Elemente:

1) Zellen von dem allgemeinen Charakter der früher beschriebenen Schleimzellen: mit selbstständiger Membran, dem stark lichtbrechenden Fortsatze und einem Inhalte, welcher Schleimreactionen giebt. Aber die Mehrzahl dieser Gebilde unterscheidet sich doch von den Schleimzellen der nicht gereizten Drüse, wie man am besten an Präparaten aus doppeltchromsaurem Kali (weniger gut an Iodserumpräparaten) bemerkt: sie sind granulirt und haben einen runden Kern, die gewöhnlichen Schleimzellen sehen nach Behandlung mit jener Flüssigkeit fast homogen aus und der Kern ist abgeplattet oder unregelmässig gestaltet.

2) Nach 3—4tägiger Behandlung mit Iodserum isolirt sich eine grosse Zahl runder Zellen von sehr verschiedener Grösse, deren Aussehen je nach der Dauer der Einwirkung des Iodserum sich etwas ändert. Bei kürzerer Einwirkungsdauer erscheinen sie gleichmässig dunkelgranulirt; ein Kern ist in ihnen gar nicht zu entdecken oder doch nur in undeutlichen Umrissen zu bemerken (vgl. T. IV. Fig. XV *a*, *b*.). Nach etwas längerer Ein-



wirkung hellt sich der Inhalt der Zellen mehr auf, man sieht in ihnen einen runden Kern und diejenigen, welche kleinere Ausmaasse besitzen, sind zum Verwechseln ähnlich den Speichelkörperchen, welche mit dem Secrete der Drüse entleert werden, wenn man sie durch Wasserzusatz etwas hat aufquellen lassen. Sehr oft liegen diese Zellen in Häufchen bei einander (siehe ebendas. *c*, *d*, *e*).

3) Man findet zweifellose Theilungsformen der letzteren Zellen, und zwar *a*) Zellen mit zwei Kernen (*f*); *b*) zweikernige Zellen mit einer deutlich zwischen den Kernen durchgehenden Trennungslinie, also eigentlich zwei Zellen, aus der Theilung einer hervorgegangen und sich noch mit breiter Fläche berührend (*g*); *c*) runde Zellen, die noch an einer kleinen Stelle mit einander zusammenhängen, meist je zwei, doch nicht selten auch drei und selbst mehrere kettenartig verbunden (*h*, *i*, *k*, *l*, *m*). Die offenbar in der Periode der fast vollendeten Trennung von einander stehenden Zellindividuen haben nicht immer dieselbe Grösse, sondern differiren oft unter einander erheblich (*l*, *m*). Die letztere Form der Theilung ist mir besonders aufgefallen, man könnte sie mit Recht eher eine Form von Sprossung nennen.

4) Zwischen der grossen Zahl runder Zellen findet man andere von sehr ähnlichem Aussehen, wie jene, aber unregelmässig eckiger Gestalt, nicht selten in einer der Ecken einen Kern gelagert (Fig. XVII.).

5) Endlich findet man Zellencomplexe, welche ganz und gar an die aus den normalen Drüsen isolirbaren Aggregate der Randzellen erinnern, aneinander gepresste, dunkelkörnige, eckige Zellen, mit denen ab und zu eine kleine runde Zelle unmittelbar zusammenhängt (Fig. XVI.).

Ich muss nachdrücklichst betonen, dass keine einzige der obigen Figuren gezeichnet worden ist, ohne vorher mittelst eines Zeichnenprisma's genau angelegt worden zu sein.

In normalen Drüsen kommen die beschriebenen Formen auch vor, aber stets so selten, dass ich sie oft vergeblich gesucht habe.

Nach diesen Beobachtungen dürfte die folgende Deutung des in den Drüsen während der anhaltenden Nervenreizung stattfindenden morphologischen Processes kaum auf Widerspruch stossen.

Die Schleimzellen der Acini werden zerstört, wie daraus hervorgeht, dass sie in der lange gereizten Drüse nicht mehr nachzuweisen sind. Von den Complexen der Randzellen in den Alveolen her (Fig. XVI.) beginnt eine lebhafte Zellenvermehrung durch Theilung (Fig. XV *h.*); die jungen Zellen werden theils als Speichelkörperchen entleert, theils vergrössern sie sich (Fig. XV *b*, *e.*), wobei immer noch weitere Theilung*) stattfindet (Fig. XV *f*, *g*, *i*, *k.*), nehmen eckige Formen (Fig. XVII.) an und gehen allmählich durch Schleimmetamorphose ihres Protoplasma's in Schleimzellen über. In den sub 1) beschriebenen Schleimzellen der gereizten Drüse ist die Schleimmetamorphose bereits eingeleitet, aber, — dafür spricht die starke Granulirung, welche noch von Albuminaten herrührt, — noch nicht zu Ende gediehen.

Wir hätten also in der thätigen Drüse fortwährenden Untergang von Schleimzellen und Neubildung junger Zellen, die jene zu ersetzen bestimmt sind: die Drüse verjüngt sich vollständig, wie die gereizte Drüse ja in der That auch eine solche Ähnlichkeit mit der Drüse neugeborner Thiere hat, dass Präparate beider oft genug von Collegen, die sie bei mir gesehen, für identisch erklärt worden sind.

---

*) Ich habe schon in einer früheren Arbeit, den Bau des hyalinen Knorpels betreffend, bemerkt, dass mir bei dem lebhaftesten Zellvermehrungsprocess in diesem Gewebe nie eine Zelle aufgestossen ist, in welcher sich der Kern in der Weise, wie das hergebrachte Schema es angiebt, durch Einschnürung und Übergang in die Biscuitform zur Theilung angeschickt hätte. Dasselbe muss ich hier wiederholen. Zellen mit 2 getrennten Kernen sind nicht selten; nie habe ich den Kern in flagranti, im Theilungsvorgange begriffen, ertappt. Ist dieser Vorgang ein für die Beobachtung sich zu schnell vollziehender? Oder ist die ganze Vorstellung von der Kerntheilung nur für beschränkte Fälle richtig, und geschieht etwa die Vermehrung der Kerne durch freie Bildung im Protoplasma? Die Vorgänge beim Furchungsprocesse des Eies machen das letztere nicht unwahrscheinlich.

Im gewöhnlichen physiologischen Zustande finden diese Rückbildungen und Neubildungen natürlich auch statt, nur in viel beschränkterem Maasse als bei künstlich eingeleiteter angestrengter Thätigkeit. Der Ausdruck für den wechselnden physiologisch-anatomischen Zustand der Acini sind die Formen Fig. IV *B, C.*, an welche sich die gewöhnlichen Formen der Acini der unthätigen Drüse anschliessen.

Gegenüber diesen in die Augen fallenden Veränderungen, welche die Hundedrüse bei anhaltender Reizung der Chorda zeigt, hat mir die Unterkieferdrüse des Kaninchens trotz bis zur völligen Erschöpfung des Secretionsnerven fortgesetzter Erregung nie entsprechende histologische Entwickelungszustände gezeigt. Doch muss ich hier nochmals vor einem Irrthume warnen, in welchen ich beim Beginne meiner Versuche selbst verfallen bin. Wenn man die Kaninchendrüse entblösst, wird sie sehr bald durch Lymphinfiltration des interlobulären und interacinösen Bindegewebes ödematös. Sobald dies eingetreten, sind die Drüsenzellen auffallend verändert. In Alkoholpräparaten, die mit Wasser oder Glycerin aufgeweicht wurden, erscheinen sie stark geschrumpft, die Kerne wie zerfallen. Eine nach Gianuzzi's Vorschrift künstlich in ödematösen Zustand versetzte Hundedrüse zeigt derartige Veränderungen ihrer Zellen nicht. Man muss, wie schon früher bemerkt, bei Versuchen an der Kaninchendrüse sehr vorsichtig verfahren, namentlich jede Entblössung der Drüse umgehen, wenn man jenes Ödem vermeiden will. Ist dies geglückt, so bleiben die Drüsenelemente trotz anhaltender Reizung unverändert.

Die Schafdrüse verhält sich ähnlich wie die Hundedrüse. Während im Normalzustande wenigstens ein Theil der Acini schleimhaltige Zellen enthält, die sich von denen des Hundes nur durch ihren reichlicheren Gehalt an Albuminaten und das dadurch bedingte leicht granulirte Aussehen unterscheiden, findet man nach langer Chordareizung die hellen Schleimzellen ganz geschwunden und die Acini nur mit dunkel granulirten Zellen erfüllt (vgl. das Bild der nicht gereizten Schafdrüse Fig. VI. und der gereizten Fig. VII.).

Cap. V.

Die Einwirkung des Sympathicus auf die Unterkieferdrüse.

§. 18. Bemerkungen zu BIDDER's und KÜHNE's Angaben über die Einwirkung des Sympathicus auf die Unterkieferdrüse.

Bekanntlich hat ECKHARD darauf aufmerksam gemacht, dass die Unterkieferdrüse bei Reizung des Sympathicus ein Secret von andern mikroskopischen und chemischen Charakteren liefere als bei Reizung der Chorda tympani. Er sucht die Erfahrung von CZERMAK, dass nach vorgängiger Reizung des Sympathicus der unter der Einwirkung der Chorda stattfindende Secretionsvorgang an Lebhaftigkeit verliere, auf die zähe Beschaffenheit des sympathischen Secretes zurückzuführen, welche das Ausfliessen des später gebildeten Absonderungsproductes erschwere.

Die Angaben ECKHARD's sind von BIDDER zum Theil angezweifelt worden. Dieser Forscher scheint, wenn ich ihn recht verstehe, anzunehmen, dass fortwährend, auch nach Durchschneidung des cerebralen Secretionsnerven, Speichel in der Drüse unter dem Einflusse der sympathischen Fäden gebildet werde. Er sieht als diesen sympathischen Speichel die ersten trüben Tropfen an, welche jedesmal nach längerer Ruhe der Drüse bei Reizung der Chorda ausfliessen. Wenn nun der Sympathicus gereizt werde, steigere sich nur die Secretion dieses trüben Fluidums ein wenig.

Allein es ist erstens zu bemerken, dass jene ersten trüben Tropfen ihr Aussehen nur einem feinkörnigen Niederschlage, nicht aber den in Cap. IV. erwähnten morphologischen Bestandtheilen, die im Sympathicus-Speichel vorkommen, verdanken. Zweitens liefert der Sympathicus unter Umständen, die wir noch kennen lernen werden, ein nicht trübes, wenig concentrirtes Secret. Drittens regt die Reizung des Sympathicus in der Drüse erhebliche Triebkräfte an, denn die Secretion geschieht unter

bedeutendem Drucke. Die positiv erregende Wirkung des Sympathicus ist hiernach nicht zu bezweifeln.

Eine weitere sehr merkwürdige Angabe in Bezug auf den Sympathicus macht KÜHNE. Es heisst in seinem Lehrbuche S. 5: »Wird dieser Nerv durchschnitten und andauernd gereizt, jedoch so, dass endlich Nerv und Drüse ermüden, indem immer neue Reizungen einwirken, nachdem man dem Nerven von Zeit zu Zeit einige Ruhe gegönnt hat, so nimmt die Secretion des zähflüssigen Speichels allmählich ab und steht endlich ganz still. Hierbei erleidet die Drüse selbst eine Veränderung; sie wird in einen gallertigen gequollenen Klumpen verwandelt und büsst dabei rasch die Fähigkeit ein, auf Reizung der Chorda zu reagiren. Einige Tage später unterliegt sie einer fettigen Degeneration.« Und weiter S. 11: »Es ist schwer zu entscheiden, ob dieser Speichel (NB. der »sympathische«) einfach auf Kosten der beginnenden Degeneration, vielleicht einer Mucin-Metamorphose in den secretorischen Elementen, den Drüsenzellen, entsteht, oder ob die Drüse degenerirt, weil der äusserst zähflüssige Speichel in den feinsten Verzweigungen der Drüsengänge stecken bleibt und dieselbe Veränderung erzeugt, wie wenn der grosse Ausführungsgang dauernd verschlossen wird oder wenn man dem Abflusse des Speichels durch Injection von Oel in die feinsten Drüsengänge ein Hinderniss entgegensetzt.« Ich selbst habe die Beobachtung KÜHNE's bei meinen recht zahlreichen Sympathicus-Versuchen nie gemacht. Da ja aber das Thatsächliche der Angaben nicht zu bezweifeln ist, kann ich nur vermuthen, dass KÜHNE die Reizung des Sympathicus nicht hinreichend lange fortsetzte. Der Gang der Erscheinungen ist nämlich bei dem Versuche der Sympathicus-Reizung in der Regel der folgende, gleichviel ob die Chorda vorher durchschnitten wurde oder nicht.

Zuerst wird bei jeder Reizung, welche eine Reihe von Minuten währen muss, der seit ECKHARD bekannte äusserst zähe Speichel in wenigen Tropfen entleert; man bringt es nie zu andauerndem Ausflusse. Nach einer Ruhepause liefert erneute Reizung von Neuem einige Tropfen. Nach einiger Zeit stockt,

wenn auch nicht immer, so doch oft, die Secretion ganz. Lässt man sich aber nicht beirren, mit passenden Pausen in der Reizung fortzufahren, so beginnt sie von Neuem. Das Secret ändert nun allmählich seine Beschaffenheit, indem es mehr und mehr dünnflüssig, hell und dadurch dem Chordaspeichel ganz und gar ähnlich wird. Ich habe bei einem Hunde den Versuch 11 Stunden lang fortgesetzt, indem ich von Viertel- zu Viertelstunde Reizung und Ruhe wechseln liess, ohne dass die Drüse versagt hätte.

Von der allmählichen Concentrations-Abnahme geben folgende Versuche eine Vorstellung.

Hund LXIX. Chorda durchschnitten; Sympathicus am Halse gereizt; Schlittenstand 10.

Erste Portion $10^h 55' - 12^h 15' = 80'$. Aufgefangen 0,6774 Grm. Speichel, darin 0,0253 Grm. feste Theile, 0,6521 Grm. Wasser. Procentgehalt 3,734. Fortdauernde Reizung, durch kleine Pausen unterbrochen.

Letzte Portion $3^h 5' - 4^h 33' = 88'$. 0,8871 Grm. Speichel mit 0,0132 Grm. festen Bestandtheilen, 0,8739 Grm. Wasser. Procentgehalt 1,488.

Verhältniss der Procentgehalte an festen Theilen 100 : 39,8.

Hund LXX. Derselbe Versuch.

Erste Portion aufgefangen von $1^h - 1^h 40'$ bei dem Schlittenstande 12—9.

0,5286 Grm. Speichel, darin 0,0310 Grm. feste Theile, 0,4976 Grm. Wasser. Procentgehalt 5,864 %.

Zweite Portion $3^h - 3^h 30'$. Schlittenstand 8.

0,533 Grm. Speichel mit 0,0102 Grm. festen Theilen, 0,5238 Grm. Wasser. Procentgehalt 1,910 %.

Verhältniss der Procentgehalte an festen Bestandth. 100 : 32,7.

Man sieht aus diesen Zahlen 1) dass der Sympathicus-Speichel bei länger fortgesetzter Reizung schnell an festen Bestandtheilen verarmt; 2) dass der Concentrations-Unterschied zwischen Sympathicus- und Chordaspeichel kein absoluter ist; denn unter Umständen liegen die Concentrationswerthe des ersteren ganz innerhalb der Grenzen des letzteren.

Dass die Concentrations-Abnahme, welche bei längerer

Secretion der Drüse eintritt, wesentlich auf den Mucingehalt zu beziehen ist, lehrt der blosse Augenschein. Aschenbestimmungen sind wegen der stets nur kleinen Speichelmengen leider unthunlich. Derselbe Umstand macht Versuche über den Einfluss der Erregungsstärke unmöglich.

Nach den mitgetheilten Erfahrungen ist es sehr wahrscheinlich, dass die eigenthümliche »Degeneration«, welche KÜHNE zu beobachten Gelegenheit hatte, darauf zurückzuführen ist, dass die Reizung zu kurze Zeit fortgesetzt wurde, nämlich nur bis zu der Zeit, wo die Secretion zu stocken pflegt, was gewiss, wie auch K. vermuthet, auf einer Verstopfung der feineren Drüsengänge beruht. Bei weiterer Reizung löst sich die Verstopfung wieder, weil allmählich mehr und mehr Flüssigkeit transsudirt.

§. 19. Die Veränderungen der Unterkieferdrüse bei anhaltender Reizung des Sympathicus.

Ich kann mich in diesem Paragraphen sehr kurz fassen, da hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei anhaltender Reizung der Chorda tympani wiederkehren. Die Versuche wurden ganz in der in §. 16 erörterten Weise angestellt.

a) Bei längerer Reizung des Sympathicus wird die Unterkieferdrüse ärmer an festen Bestandtheilen, reicher an Wasser.

Hund LXX. Reizungsdauer von 1^h bis 3^h 30′ Nachmittags.

Gewicht der ruhenden Drüse 4,1276 Grm.
» » gereizten » 4,3190 »

		feste Bestandtheile	Wasser
0,9894 Grm.	ruhende Drüse enthalten	0,2476 Grm.	0,7418 Grm.
also 1 »	» » »	0,2502 »	0,7498 »
1,1971 »	gereizte » »	0,2830 »	0,9141 »
also 1 »	» » »	0,2364 »	0,7636 »

Verhältniss des Procentgehaltes der ruhenden und gereizten Drüse:

an festen Bestandtheilen 100 : 94,48.
an Wasser . . . . . . 100 : 101,84.

Hund LXIX. Reizungsdauer von 10^h 55′ früh bis 4^h 33′ Nachmittags.

Gewicht der ruhenden Drüse 3,4884 Grm.
» » gereizten » 3,5498 »

					feste Bestandtheile		Wasser	
0,6938	Grm.	ruhende	Drüse	enthalten	0,1732	Grm.	0,5206	Grm.
also 1	»	»	»	»	0,2496	»	0,7504	»
0,7853	»	gereizte	»	»	0,1915	»	0,6738	»
also 1	»	»	»	»	0,2438	»	0,7562	»

Verhältniss des Procentgehaltes der ruhenden und gereizten Drüse:

an festen Bestandtheilen 100 : 97,67.
an Wasser . . . . . . 100 : 100,77.

Man sieht, dass sich die Unterschiede der ruhenden und gereizten Drüse ganz in demselben Sinne gestalten, wie bei anhaltender Reizung der Chorda, dass sie aber nicht so bedeutend ausfallen, wie bei dem letzteren Eingriffe.

b) Bei längerer Reizung des Sympathicus erfährt die Drüse histologische Umgestaltungen, die freilich bei weitem weniger in die Augen fallend sind, als nach anhaltender Chordareizung. Wenn man aber von den beiderseitigen Drüsen eines Hundes, von welchen die eine vom Sympathicus aus in andauernde Thätigkeit versetzt wurde, eine grössere Anzahl von Carminpräparaten (am besten bei nur mittelstarken Vergrösserungen, die ein grösseres Gesichtsfeld gewähren) vergleicht, so gewinnt man die sichere Überzeugung von dem Vorhandensein eines Unterschiedes beider Organe. Die Sympathicusdrüse zeigt erstens viel mehr Acini mit kleinen, durch Carmin sich färbenden, granulirten, rundkernigen Zellen, und zweitens stärker entwickelte »Halbmonde« als die normale Drüse. Die Anzahl der entwickelten Schleimzellen ist vermindert, die der jungen Zellen vermehrt. Es hat also derselbe Rückbildungs- und Neubildungsprocess stattgefunden, wie bei der Chorda-Reizung, nur nicht in so grossartigem Maassstabe wie hier.

§. 20. Der Druck, unter welchem der Sympathicus-Speichel abgesondert wird.

Man kann den bei der Reizung des Sympathicus stattfindenden Absonderungsdruck nicht auf die einfache Weise, wie

bei Reizung der Chorda messen, dadurch nämlich, dass man ein Quecksilbermanometer in den Ausführungsgang einsetzt und dann den Nerven so lange reizt, bis das Manometer auf einem maximalen Stande angelangt ist; die geringe Menge sympathischen Secretes verbietet diese Versuchsweise. Die Chordareizung liefert bekanntlich Druckwerthe, die weit über denen des Carotidendruckes liegen. Man darf sie gleichwohl noch nicht als einen wirklichen Ausdruck für die durch die Nervenreizung in's Spiel gesetzten Triebkräfte ansehen, weil schon bei mässigen Druckwerthen eine Filtration der von der Drüse secernirten Flüssigkeit durch die Drüsengänge stattfindet, deren Grösse dann der Secretionsgrösse gleich ist, wenn das Manometer den Höhepunct seines Steigens erreicht hat. Trotzdem hat die Kenntniss der von LUDWIG zuerst gemessenen Speicheldruckhöhe für die Beurtheilung des Secretionsvorganges ihren ausserordentlichen Werth, weil sie die Vorstellung beseitigt, dass der Chordaspeichel nur ein durch den Blutdruck gesetztes Blutfiltrat sei.

Für den Sympathicus - Speichel ist diese Annahme von vornherein unzulässig, wenn man erwägt, dass bei Reizung dieses Nerven die zuführenden Drüsenarterien sich so contrahiren, dass aus den Drüsenvenen nicht ein Blutstropfen mehr austritt. Die Drüse wird in hohem Grade blutleer, wie man sehr schön an der Submaxillaris des Kaninchens unmittelbar beobachten kann: sich selbst überlassen von röthlicher Färbung, wird sie bei Erregung des Sympathicus vollständig weiss. Unter diesen Umständen muss der Capillardruck auf ein Minimum herabsinken, so dass er als Filtrationsdruck sicher nicht mehr wirksam sein dürfte.

Gleichwohl war es von Interesse, wenigstens eine annähernde Vorstellung von den durch die Sympathicusreizung gesetzten Triebkräften zu erhalten. Da die abgesonderte Speichelmenge zu gering ist, um das bei der Chorda - Reizung leicht zum Ziele führende directe Verfahren einschlagen zu können, verfuhr ich vielmehr so, dass ich die Drüse von vornherein unter bestimmte Druckwerthe setzte und erst dann den Sympathi-

cus reizte, um zu ermessen, ob der Secretionsdruck dem gegebenen Drucke gleichwerthig oder geringer, resp. höher als dieser sei.

Es wurde in den Ausführungsgang ein Quecksilbermanometer mit enger Röhre gesetzt, der cerebrale Secretionsnerv so lange gereizt, bis dieses seinen Höhestand erreicht hatte, dann der Sympathicus auf die Elektroden gelegt. In der Regel sank das Manometer, anfangs schneller, später langsamer, bis es schliesslich zum Stillstande gelangte. Folgendes Beispiel mag das Gesagte veranschaulichen.

Hund LXXII. Das Manometer steigt bei Reizung der Chorda bis auf 247 Mm. Nach der Unterbrechung dieser Reizung Sinken mit mässiger Geschwindigkeit, die sich nach Beginn der Reizung des Sympathicus beträchtlich verzögerte, bis bei 160 Mm. Druck zeitweise völliger Stillstand erfolgte.

Nachdem die Sympathicus-Reizung beendet worden, sank das Manometer allmählich bis auf 100; bei erneuter Symp.-R. stieg es auf 107.

Reizung der Chorda: Ansteigen auf 271; Reizung des Sympathicus: langsames Sinken, nach aufgehobener Reizung auffällig beschleunigtes Sinken.

Versuchspause von 10 Minuten.

Reizung der Chorda: Höchster Stand 258 Mm.

Reizung des Sympathicus: Langsames Sinken, Stillstand auf 152.

Aus diesem wie ähnlichen von mir angestellten Versuchen geht hervor, dass bei Reizung des Sympathicus trotz der damit verbundenen erheblichen Herabsetzung der Capillarspannung Speichel unter einem Drucke secernirt wird, der zwar nicht gleich dem beobachteten Druckmaximum bei Chordareizung (247—271 Mm.) ist, aber doch innerhalb so erheblicher Werthe (152—160 Mm.) liegt, dass er seine Quelle unmöglich in dem Blutdrucke haben kann.

§. 21. Von dem Einflusse, welchen die Reizung des einen Secretionsnerven auf die durch den andern eingeleitete Absonderung ausübt.

Czermak machte im Jahre 1857 die Bemerkung, dass bei gleichzeitiger Reizung der Chorda und des Sympathicus der

Speichel langsamer secernirt werde, als wenn man unter übrigens gleichen Umständen die Chorda-Fasern allein in den Zustand der Erregung versetzt. Diese »Hemmungswirkung« des Sympathicus glaubte ECKHARD durch die dickflüssige Beschaffenheit des Sympathicus-Speichels erklären zu können, welche das schnelle Ausfliessen des Chorda-Secretes erschwere. KÜHNE erweiterte die CZERMAK'schen Angaben dahin, dass beide Nerven gegen einander als Hemmungsnerven zu betrachten seien. Wenn man für jeden der beiden Nerven die schwächsten eben wirksamen Ströme aufgesucht hat und dann beide Nerven gleichzeitig denselben Strömen aussetzt, so liefert die Drüse keinen Tropfen Secret; man muss entweder den Reiz von dem einen Nerven entfernen oder ihn an dem andern beträchtlich erhöhen, um die eine oder die andere specifische Secretion zu erhalten. Wenn man berücksichtigt, dass mit der Reizung der beiden Nerven nicht bloss eine Einwirkung auf das secernirende Parenchym der Drüse, sondern auch auf den Blutlauf in derselben verbunden ist, so wird die Beurtheilung der Wahrnehmungen von CZERMAK und KÜHNE eine sehr schwierige. Vielleicht dienen die im Folgenden zu besprechenden Thatsachen dazu, einiges Licht auf diese Verhältnisse zu werfen.

Die Erfahrungen über die Veränderung des histologischen Baues, welche die Unterkieferdrüse nach anhaltender Chordareizung erfährt, machten es mir wahrscheinlich, dass eine derartig durch Zerstörung der Schleimzellen und Neubildung junger Zellen veränderte Drüse die Reizung des Sympathicus anders beantworten werde, als eine nicht durch künstliche Erregung zu ungewohnter Leistung gezwungene Drüse. Der Erfolg entsprach der Erwartung.

Bei einem ersten Hunde (No. IC) wurde zuerst durch anderthalbstündige Reizung des Sympathicus eine für die Trockenbestimmung ausreichende Menge des gewöhnlichen zähen Secretes gewonnen, dann 4 Stunden lang die Chorda mit starken Strömen und nur sehr kurzen Unterbrechungen behandelt. Bei darauf folgender Reizung des Sympathicus versagte die Drüse den Dienst vollständig, nachdem wenige Speicheltropfen ausgeflossen waren. An einen Verlust der Erregbarkeit des Nerven war nach meinen früheren Versuchen nicht

zu denken; hatte ich doch oft bei alleiniger Reizung des Sympathicus die Drüse sehr viel länger functioniren sehen. Die mikroskopische Untersuchung des Organes ergab eine der Fig. V. entsprechende Veränderung.

Um der gänzlichen Zerstörung der Schleimzellen zuvorzukommen, durfte offenbar die Chorda-Reizung nicht so lange fortgesetzt werden.

Bei dem Hunde No. CII. wurde deshalb folgendermaassen verfahren.*)

1) Reizung des Sympathicus von $10^h\ 58'$—$12^h\ 55'$ bei dem Schlittenstande 9—7.
   0,6443 Grm. Speichel, darin 0,0382 Grm. feste Bestandtheile = 5,928 %.
2) Reizung der Chorda. Schlittenstand 26. Nachdem, um den in der Canüle und den Gängen stockenden sympathischen Speichel auszutreiben, 25 Tropfen Secret entleert waren, wurde von $12^h\ 57'$—$59'$ aufgefangen
   2,8870 Grm. Speichel mit 0,0585 Grm. festen Bestandtheilen = 2,026 %.
   Die Reizung der Chorda wird jetzt bei dem Schlittenstande 26—23 fortgesetzt bis 3 Uhr. Darauf
3) von $3^h\ 5'$—$6'\ 45''$ bei Schlittenstand 21 Chordaspeichel aufgefangen und zwar
   1,2553 Grm. Speichel mit 0,0103 Grm. festen Bestandtheilen = 0,820 %.
4) Endlich wird wieder der Sympathicus gereizt. Nachdem 18 Tropfen Secret behufs Veränderung des Chordaspeichels entleert waren, wird aufgefangen von $4^h\ 26'$—$5^h\ 45'$
   0,5416 Grm. Speichel mit 0,0129 Grm. festen Bestandtheilen = 2,381 %.

Die etwas mehr als zweistündige Reizung der Chorda hatte also bewirkt, dass die Concentration des sympathischen Secretes von nahezu 6 Procent auf noch nicht $2^1/_2$ Proc. gesunken war.

Hund No. CIII. Derselbe Versuch.

1) Reizung des Sympathicus, Schlittenstand 10. Beginn $9^h\ 30'$. Ehe die Canüle gefüllt und eine hinreichende Anzahl von Tropfen abgefallen ist, um der vollständigen Verdrängung des etwa vorhandenen Secretes sicher zu sein, wird es 11^h

*) Die folgenden Bestimmungen der trockenen Bestandtheile hat mein Assistent Hr. Dr. WERNER SCHMID ausgeführt.

14′. Von da ab bis 12^h 20′ aufgefangen. Der Speichel ist von vollständig geléeartiger Consistenz.

0,7361 Grm. Speichel enthalten 0,0483 Grm. feste Bestandtheile = 6,561 %.

2) Reizung der Chorda; Schlittenstand 21—20. Nach Verdrängung des sympathischen Secretes aufgefangen von 12^h 23′--25′.

1,3302 Grm. Speichel enthalten 0,0175 Grm. feste Bestandtheile = 1,315 %.

Darauf ununterbrochene Reizung der Chorda, wobei nur die auf den Elektroden liegende Stelle des Nerven gewechselt wird, bei dem Schlittenstande 21 bis 1^h 25′. Aufgefangen von 1^h 26′—28′.

3) 1,5633 Grm. Speichel, darin 0,0157 Grm. feste Bestandtheile = 1,004 %.

4) Reizung des Sympathicus von 1^h 28′— 4^h 38′. Nachdem 21 Tropfen abgefallen, wurde aufgefangen

0,6536 Grm. Speichel mit 0,0207 Grm. festen Bestandtheilen = 3,167 %.

5) Reizung der Chorda bei Schlittenstand 20. Aufgefangen von 4^h 40′—42′

1,4298 Grm. Speichel mit 0,0147 Grm. festen Bestandtheilen = 1,028 %.

Ununterbrochene Reizung der Chorda bis 5^h 47′. Dann

6) In 2 Min. bei Schlittenstand 19 — 17 aufgefangen

2,3402 Grm. Speichel mit 0,0173 Grm. festen Bestandtheilen = 0,739 %.

7) Reizung des Sympathicus bei Schlittenstand 8 — 0 bis 7^h 15′. Es wurden in dieser Zeit 22 Tropfen Secret ausgetrieben; als das Auffangen beginnen sollte, stockte die Secretion vollständig. Da man aber annehmen durfte, dass die ganze Canüle mit sympathischem Secrete angefüllt sei, wurde die Chorda gereizt und die ersten 9 Tropfen aufgefangen, welche man zweifellos als sympathisches Secret betrachten durfte. So wurden erhalten

0,7780 Grm. Speichel mit 0,0153 Grm. festen Bestandtheilen = 1,966 %.

Hund No. CVII.

Durch Reizung der Chorda bei dem Schlittenstande 24 wurde von 9^h 18′— 9^h 20′ aufgefangen

1,481 Grm. Speichel mit 0,0355 Grm. Rückstand; Procentgehalt 2,395.

Dann wurde der Sympathicus gereizt bis 3^h 28′ bei dem Schlittenstande 12—7.

Schliesslich Reizung der Chorda bei Schlittenstand 21—20. Nach völliger Austreibung des sympathischen Secretes wurde aufgefangen von $3^h 30'$—$32'$

1,275 Grm. Speichel mit 0,0229 Grm. Rückstand; Procentgehalt 1,014%.

In den beiden Fällen der Chordareizung war also die Secretionsgeschwindigkeit nahezu dieselbe, der Procentgehalt des Chordaspeichels aber auf weniger als die Hälfte gesunken. —

Die vorstehenden Beobachtungen lehren, dass nach längerer Reizung der Chorda der Sympathicus und nach längerer Reizung des Sympathicus die Chorda ein an festen — organischen — Bestandtheilen sehr viel ärmeres Secret liefert, als vorher; ja dass nach sehr langer Reizung der Chorda der Sympathicus gar nicht mehr zu wirken im Stande ist.

Die Deutung dieser Thatsachen ergiebt sich aus den Mittheilungen der vorangehenden Capitel auf ungezwungene Weise.

Die Quelle für die organischen Bestandtheile des Speichels, wenigstens den wesentlichsten derselben, den Schleim, sind die Schleimzellen der Drüsenacini. Die Reizung jedes der beiden Nerven führt eine allmähliche Zerstörung derselben herbei, energischer die Reizung der Chorda, weniger energisch die des Sympathicus. So wird jedem Nerven durch den andern die Quelle für den in seinem Secrete enthaltenen Schleim unergiebiger gemacht, ja durch lange Chordareizung für den Sympathicus diese Quelle vollständig erschöpft.

Soviel für jetzt; weitere Schlüsse werden erst später zu ziehen sein.

Cap. VI.

Die ohne nachweisbare Erregung der Nerven stattfindende Absonderung der Gld. submaxillaris.

§. 22. Die sogenannte »paralytische Secretion« Cl. Bernard's.

Cl. Bernard, so fruchtbar an überraschenden Endeckungen auf dem Gebiete der Experimentalphysiologie, machte die

paradoxe Beobachtung, dass die Unterkieferdrüse des Hundes einige Zeit nach Durchschneidung ihrer Nerven stetig zu secerniren beginne und in dieser Thätigkeit 5 — 6 Wochen verharre, so lange nämlich, bis die degenerirten Nervenfasern wieder regenerirt seien. Kühne erweitert diese Angaben dahin, dass eine continuirliche Absonderung eintrete 1) sogleich nach Durchschneidung der Verbindungsfasern zwischen dem Ganglion und dem Lingualis und 2) längere Zeit nach Durchschneidung sämmtlicher Speichelnerven. Im ersteren Falle dauerte die Secretion mehrere Tage an, während welcher ungeheure Mengen eines sehr wenig concentrirten Speichels abfliessen, und höre erst auf, wenn die Nerven bis an die Peripherie degenerirt seien. Im Beginne dieser Salivation lasse sich jedoch eine plötzliche Hemmung erreichen, wenn man die feinen Fasern zwischen dem Ganglion und der Chorda auch noch durchschneidet. Kühne meint, dass hierbei anfangs das vom Lingualis losgelöste Ganglion den Heerd der Erregung bilde, später aber der wahre paralytische Speichel nachfolge, weil die Nervenfasern zu degeneriren beginnen.

Leider hat sich der letztgenannte vortreffliche Forscher in einer mir nicht ganz klaren Weise über die von ihm beobachteten paralytischen Erscheinungen ausgedrückt. Wenn es heisst, es trete sogleich nach Durchschneidung der Verbindungsfasern zwischen dem Ganglion und dem Lingualis ergiebige Salivation ein, so ist man diesen Versuch zu wiederholen deshalb recht oft in Verlegenheit, weil man in vielen Fällen, wie das auch schon von andrer Seite hervorgehoben ist, ein umschriebenes Ganglion vergeblich sucht. Es kann aber offenbar nur auf Trennung des Ganglions von dem Gehirne, nicht von den im Lingualis-Stamme enthaltenen Nervenfasern, die zur Zunge gehen, ankommen; denn dass diese nicht, wie Bernard angab, im Stande sind von der Peripherie her durch das Ganglion reflectorisch auf die Drüse zu wirken, davon habe ich mich wie Eckhard auf das Zweifelloseste überzeugt. So oft ich nun aber auch den Stamm des Lingualis vor Abgabe des Drüsenastes durchschnitten und dadurch die zum Ganglion ziehenden Fasern vom Gehirne un-

abhängig gemacht habe, — ich habe nie eine sogleich eintretende Entleerung ungeheurer Speichelmengen beobachtet. Sollte nicht bei dem von Kühne mitgetheilten Versuche das Ganglion, welches ja, wenn als umschriebene gedrängte Zellenanhäufung überhaupt vorhanden, dem Lingualis-Stamm sehr nahe liegt, selbst mechanisch gereizt und dadurch in den Zustand einer anhaltenden Erregung versetzt worden sein?

Bidder, welcher die Versuche Cl. Bernard's wiederholte, indem er nicht bloss den Ram. lingualis Quinti, sondern auch den Vago-Sympathicus durchschnitt, sah zwar eine erhebliche Verkleinerung der Drüse eintreten, aber nur die Absonderung von einem Minimum einer klaren wasserhellen alkalischen Flüssigkeit, so dass er Bernard's Angaben mit seinen Versuchsergebnissen nicht recht in Einklang zu setzen weiss. Er hat, wie es scheint, den Zustand der Drüse immer erst 16—24 Tage nach erfolgter Nerventrennung untersucht.

Meine eigenen Erfahrungen stimmen besser als die Bidder's mit denen Cl. Bernard's überein.

Wenn man den Ramus lingualis Quinti allein oder gleichzeitig mit dem Halssympathicus durchschneidet, sieht man in der in den Gang eingelegten Canüle in der übergrossen Zahl der Fälle das Secret, welches während der Operation eingedrungen ist, stundenlang unverrückt stehen, wie das bereits von mehreren Forschern (Ludwig, Pflüger) hervorgehoben ist.

Allein es giebt Ausnahmen. Ich habe in einem einzigen Falle die Drüse von vornherein stetig secerniren sehen: sie that es schon vor der Durchschneidung der Nerven und diese Operation änderte daran Nichts. Reizung der Nerven beschleunigte die Absonderung. Das Secret war sehr dünn, obschon zweifellos mucinhaltig; bei Reizung des Sympathicus änderte es seine Beschaffenheit nicht merklich. Die Drüse selbst war auffallend klein und dunkel wachsgelblich. Offenbar handelte es sich hier um einen ungewöhnlichen Zustand des Organes, den wir weiterhin ausser Acht lassen wollen. —

Öfter, obschon immer noch selten, sieht man in der Canüle das Secret vor der 3ten bis 4ten Stunde nach erfolgter Nerven-

durchschneidung äusserst langsam vorrücken, so langsam, dass es besondrer Aufmerksamkeit bedarf, um diese schleichende Secretion nicht zu übersehen.

In jedem Falle ist 24 Stunden nach der Nervendurchschneidung eine langsame Secretion im Gange. In den nächsten Tagen nimmt die Intensität der Absonderung zu, so dass sie nach 7—8 Tagen recht lebhaft ist: ich sah z. B. in einem Falle am 8ten Tage nach der Nervendurchschneidung im Durchschnitte alle 22 Minuten einen grossen Tropfen aus der (an ihrem Ende recht weiten) Glascanüle fallen. Später scheint die Absonderungsgeschwindigkeit wieder zu sinken und nach etwa drei Wochen sah ich sie bereits eine viel geringere Grösse erreichen.*) Es scheint demnach bei BIDDER darin, dass er erst ziemlich spät nach der Nerventrennung die Untersuchung anstellte, der Grund für seine Angaben zu liegen.

Die stetige Absonderung tritt ein, gleichviel ob der Stamm des Lingualis Quinti oberhalb des Abganges des Drüsenastes oder der letztere selbst möglichst peripherisch durchschnitten, gleichviel ob der Sympathicus intact blieb oder mitten am Halse getrennt oder hoch oben sein Ganglion cervicale supremum exstirpirt wurde. — Der »paralytische« Speichel ist immer sehr dünnflüssig, wenig oder gar nicht fadenziehend, aber trotzdem zweifellos Mucinhaltig (Essigsäure-Reaction). Für eine eingehendere chemische Untersuchung sind die auch in dem Zeitraume der lebhaftesten Absonderung gewinnbaren Flüssigkeitsmengen zu gering. Das Aussehen ist nicht wasserhell, sondern leicht trübe, was von einem reichlichen Gehalte an amöboiden Körperchen herrührt, die darin um so zahlreicher sind, je lebhafter die Absonderung von statten geht.

Als ich in einem Falle auf der einen Seite den Stamm des Zungenastes, auf der andern Seite den Drüsenast selbst mehr peripherisch durchschnitt, so fand ich das Secret der letzteren

---

*) Meine Beobachtungen sind an 11 Hunden in folgenden Zeiträumen nach der Durchschneidung angestellt: 1—6—7—8—9—2mal 10—2mal 13—14—20 Tage.

Seite wässriger als das der ersteren. Während hier in einem am 9ten Tage nach der Durchschneidung beobachteten Falle die Speichelkörperchen von ihrem gewohnten Verhalten nicht abwichen, waren sie dort kugelrund aufgequollen und zeigten Molecularbewegung im Innern, grade wie nach Versetzung des anderseitigen Speichels mit Wasser. —

Nach länger anhaltender »paralytischer« Secretion ist die Submaxillardrüse stets stark verkleinert, wie es Cl. Bernard bereits angegeben hat und auch Bidder nach seinen Nervendurchschneidungen beobachtete. Ihre Farbe pflegt mehr gelblich zu sein als die einer normalen Drüse. Die mikroskopische Untersuchung scheint auf den ersten Blick nichts Abnormes zu ergeben. Vergleicht man aber bei mittelstarken Vergrösserungen mit umfangreicherem Gesichtsfelde Schnitte »paralytischer« Drüsen mit solchen normaler — die Drüse der andern Seite darf man aus später anzugebenden Gründen als Vergleichsdrüse nicht wählen — so zeigt sich doch ein zweifelloser Unterschied, welcher über die Abnahme des Umfanges der Drüse Aufklärungen giebt. Die »paralysirte« Drüse besitzt nämlich ungleich mehr Alveolen mit jungen Zellen, als die normale. Während in der letzteren die Alveolen mit grossen Schleimzellen an den bei weitem meisten Stellen unmittelbar an einander grenzen, sind in der ersteren diese Acini überall durch kleinere von länglicher Gestalt mit kleinen sich in Carmin färbenden Zellen getrennt. Auch diejenigen Acini, welche Schleimzellen enthalten, besitzen eine stärker entwickelte Zone junger Randzellen, als die normalen Alveolen. Dies mikroskopische Bild wird nach Allem, was über den morphologischen Entwicklungsprocess während der Absonderung gesagt worden ist, verständlich aus der langen Dauer und dem geringen Grade der Thätigkeit der Drüse. Die Schleimzellen werden langsam und nicht in allen Acinis gleichmässig zerstört, bilden sich aber aus den jungen Zellen auch wohl allmählich wieder hervor. —

Das Interesse an der eben besprochenen Absonderungsweise der Drüse liegt ganz wesentlich in der Frage nach den Bedingungen, welche dieselbe herbeiführen. Dass Reizung und Durch-

flusshinderniss entfernt. Zuerst entleerte sich eine kleine Menge sehr dicken gallertigen Speichels, in welchem auch solche Schleimklumpen, wie sie gewöhnlich der Sympathicus-Speichel zeigt, enthalten waren. Dann tropfte stetig ein dünner, an amöboiden Körperchen ganz enorm reicher Speichel ab. Die Secretion wurde durch Durchschneidung der Nerven nicht aufgehoben. Bei mehreren derartigen Versuchen war die Secretionsgeschwindigkeit grösser als die des sog. paralytischen Speichels. Reizung der Chorda wie des Sympathicus beschleunigte den Ausfluss, nach Unterbrechung der Nervenerregung dauerte er stetig fort, bald auf seine ursprüngliche Geschwindigkeit wieder herabsinkend. Beim ersten Anblicke könnte man auf die Vermuthung kommen, dass die Aufstauung des Secretes in der Drüse die Hohlräume der letzteren erweitert, unter hohen Druck gesetzt habe und dass nun allmählich unter der Einwirkung der Elasticität der gedehnten Gewebe der angesammelte Flüssigkeitsvorrath ausgepresst werde, mit einem Worte, dass es sich nicht um eine Absonderung, sondern nur um eine Austreibung handle. Dass in der That die Drüsenräume unter nicht geringem Drucke stehen müssen, lehrt das mitunter bei diesen Versuchen sehr stark ausgebildete Bindegewebsödem des Organes. Freilich habe ich auch Fälle gesehen, wo dasselbe nur so schwach auftrat, dass man es nur an der ungewöhnlichen Breite der die Läppchen trennenden Bindegewebszüge erkennen konnte. Jene nahe liegende Vermuthung aber wird dadurch widerlegt, dass, wenn man nach GIANUZZI's Vorgange an einer normalen Drüse durch Reizung der Chorda bei geschlossenem Ausführungsgange eine noch so mächtige Speichelaufstauung in der Drüse mit einem noch so hochgradigen Drüsenödem erzeugt, man doch nicht nach Öffnung des Ganges ein stetiges, Stunden lang anhaltendes Abtropfen des Speichels zu Stande bringt, wie es bei dem obigen Versuche der Fall ist.

Eine acute Speichelstauung also bedingt nicht stetige Secretion; eine chronische Stockung des Secretes aber versetzt die Drüse in dauernde Thätigkeit, sei es, dass dabei der Druck im Innern der Drüse gesteigert wird (Unterbindung des Ganges),

sei es, dass eine solche Drucksteigerung vermieden wird (Durchschneidung der Nerven).

Es lag jetzt weiter die Vermuthung nahe, dass der stauende Speichel durch Selbstzersetzung zum Reize für die Drüsenelemente werde. Ich entzog einem Hunde eine grössere Menge Chorda-Speichel, liess sie 24 Stunden im Brütofen bei Körperwärme stehen und injicirte dann den Speichel in den Duct. Whartonianus eines andern Hundes so lange, bis aus der Zunahme des Drüsenvolumens mit Sicherheit auf das Eindringen der Flüssigkeit in die Drüsenräume geschlossen werden konnte. Dann wurde der Gang zugeklemmt und von Zeit zu Zeit geöffnet, um den Zustand der Drüse festzustellen. Sie blieb in vollständiger Ruhe, antwortete aber auf Reizung der Chorda mit gewohnter Lebhaftigkeit.

Der Versuch wurde an einem andern Hunde wiederholt mit der Abänderung, dass der Speichel im Brütofen mit einer zerkleinerten Drüse digerirt wurde: denn vielleicht entwickelten die Drüsenzellen ein Zersetzungsferment für den Speichel, welches ihm die vorausgesetzte reizende Eigenschaft ertheilte. Vergeblich: der Erfolg blieb negativ, wie vorher.

Danach scheint es also, dass, wenn meine Hypothese richtig ist, dass jede Stauung des Secretes Reizursachen in der Drüse entwickelt, diese doch nur in den Elementen des lebenden Organes, nicht in dem entleerten Speichel und in der todten Drüse zu Stande kommen.

Wie dem auch sei, ich muss die obige Erklärung für die »paralytische« Secretion und die stetige Absonderung nach Unterbindung des Ausführungsganges für die wahrscheinlichste halten. Tritt doch auch in den Schleimdrüsen der Nasenhöhle, wenn während des ersten Stadium's des Schnupfens dieselben verstopft gewesen sind, nach einiger Zeit die für das zweite Stadium charakteristische dauernde Absonderung eines dünnen Secretes ein.

§. 24. Über eine merkwürdige Einwirkung, welche die Unterkieferdrüse der einen Seite auf die Drüse der andern Seite ausübt.

Als Anhang zu den Mittheilungen der letzten Paragraphen habe ich noch eine Beobachtung zu erwähnen, die mir vollständig unerklärlich ist; ich habe sie aber so oft gemacht, dass ich sie als eine gesicherte Thatsache ansehen darf.

Wenn man die Absonderungsnerven der Drüse der einen Seite durchschnitten hat und in dem Zeitraume, während dessen diese in lebhafte Secretion gerathen ist, in den Ausführungsgang der Drüse der andern Seite, deren Nerven unberührt geblieben sind, eine Canüle legt, so sieht man auch aus dieser den Speichel langsam, aber stetig abtropfen. Die Drüse ist also in den Zustand einer anhaltenden Thätigkeit versetzt, in welcher sie auch dann nicht unterbrochen wird, wenn man ihren Zusammenhang mit den Centralorganen durch Trennung ihrer Nerven vollständig aufhebt. Die stetige Secretion der einen Drüse ruft also einen ähnlichen Vorgang in der andern Drüse hervor.

Diese merkwürdige Mitabsonderung (— ich bilde das Wort nach dem Beispiele der »Mitempfindung« und »Mitbewegung« —) ist um so lebhafter, je stärker die Absonderung der »paralytischen« Drüse; gegen Ende der 3ten Woche sah ich beide Absonderungsvorgänge schon sehr gesunken, während sie gegen Ende der ersten Woche nach erfolgter einseitiger Nervendurchschneidung im vollsten Gange waren. Der »mitsecernirte« Speichel ist normalem Chordaspeichel viel ähnlicher als paralytischem Speichel; er ist weniger dünn als dieser und nicht so reich an amöboiden Körperchen.

In diesen sonderbaren Erfahrungen liegt der Grund, weshalb ich an einer früheren Stelle bemerkte, man dürfe, um ein Urtheil über die anatomischen Veränderungen der »paralytischen« Drüse zu gewinnen, als Grundlage für die Beurtheilung nicht die Drüse der andern Seite wählen. Beide secerniren stetig, die letztere befindet sich also jedenfalls nicht unter Verhältnissen, welche als massgebende für das gewöhnliche Verhalten der Unterkieferdrüse gelten können. —

Die Ursache des geschilderten Verhaltens auch nur zu vermuthen bin ich ausser Stande. Es hilft natürlich Nichts darauf hinzuweisen, dass symmetrische Organe nicht selten in einer »sympathischen« Verbindung zu stehen scheinen, der Art, dass gewisse Zustände des einen ähnliche des andern im Gefolge haben. Die Augenärzte können bei manchen, selbst traumatischen, Erkrankungen des einen Auges oft das andere nur durch Entfernung des ursprünglichafficirten bewahren, — eine ebenso durch die Erfahrung sicher gestellte, als jedem Erklärungsversuche spottende Thatsache. Wenn aber von Gräfe neuerdings in gewissen Fällen statt der Exstirpation des kranken Auges die Durchschneidung des Nv. opticus wirksam sah, so weist das unverkennbar auf eine Vermittlung jener Beziehung zwischen beiden Augen durch ihre Nerven hin. Für die Deutung der »Sympathie« der beiden Unterkieferdrüsen scheint dieser Ausweg unmöglich, da ja die Nerven der einen Drüse — Ram. lingualis Quinti mit den Chorda-Fasern und Sympathicus — durchschnitten sind und andre Nervenbahnen, die den Zusammenhang vermitteln könnten, von mir nicht aufgefunden werden konnten. Allenfalls könnte man daran denken, dass das centrale Stück des durchschnittenen Ram. lingualis Quinti in entzündliche Reizung geriethe und so reflectorisch die Nerven der andersseitigen Drüse reizte. Ich habe noch nicht Zeit gefunden, derartigen Erwägungen näher zu treten, doch spricht gegen dieselben von vornherein der Umstand, dass die »Mitsecretion« auch nach Durchschneidung der Nerven der betreffenden Seite nicht aufhört, was bei einem einfachen reflectorischen Vorgange ja der Fall sein müsste.

Cap. VII.

Circulation und Secretion.

§. 25. Gianuzzi's Vergiftungsversuche. Methode der Regulirung des Blutstroms in der Drüse.

Die Entdeckung Cl. Bernard's, dass bei Reizung der Chorda tympani die zuführenden Arterien der Drüse sich erwei-

tern, in Folge dessen der Blutstrom durch die Drüse sich in hohem Maasse beschleunigt und wie BIDDER noch neuerlichst durch directe Messung gezeigt hat, der Druck in den Drüsengefässen steigt, scheint hier und da die Vorstellung wieder in Anregung gebracht zu haben, dass die Flüssigkeitsabsonderung in der Drüse doch im Wesentlichen als Filtrationsprocess aus den Capillaren in die Drüsenräume aufzufassen sei, — entgegen allen Beweisen, durch welche LUDWIG schon seit lange schlagend die Unhaltbarkeit dieser Auffassung dargethan hat. Da die Kräfte, welche die Speichelflüssigkeit austreiben, den Blutdruck bei weitem an Höhe übertreffen, da Speichel auch unter dem Einflusse des Sympathicus abgesondert wird, bei dessen Erregung der capillare Druck auf eine äusserst geringe Grösse sinkt, da die Chorda ihre Wirkung auch nach völligem Aufhören der Circulation, selbst an abgeschnittenen Köpfen nicht versagt — muss von jener Auffassung sicher ganz und gar abgesehen werden.

LUDWIG's Schüler GIANUZZI hat das Verhältniss der Circulation in der Drüse zu ihrer Absonderungsthätigkeit genauer zu ergründen gesucht und neigt sich der Ansicht zu, dass der Flüssigkeitsübergang aus den Blutgefässen in die Drüsenräume in zwei Acten geschehe: zunächst finde ein Austritt von Flüssigkeit aus den Blutgefässen in die Lymphräume der Drüse statt, entweder in Folge der mit der Chordareizung verbundenen capillären Drucksteigerung oder in Folge einer specifischen Einwirkung der gereizten Nervenfasern. Sodann entnähmen die absondernden Gebilde der Drüse ihr für die Secretion nothwendiges Flüssigkeitsmaterial aus dem die Alveolen umspülenden Lymphvorrathe. Unter den Versuchen GIANUZZI's, welche ihn zu diesem Schlusse führen, zählen zu den wichtigsten diejenigen, in welchen er die secernirenden Elemente der Drüse durch Injection verdünnter Lösungen von Salzsäure oder kohlensaurem Natron vergiftete und dann die Chorda reizte: die im Gefolge der Reizung auftretende Circulationsbeschleunigung führte ein starkes Bindegewebsödem herbei; es fand also Austritt von Flüssigkeit aus den Capillaren auch dann statt, wenn die absondernden Drüsenelemente zu wirken aufgehört.

Ich bin bei Wiederholung jener Versuche zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt und kann nur einige unwesentliche Zusätze machen.

GIANUZZI erwähnt, dass nach Injection seiner sauren oder alkalischen Lösungen in die Drüse der Blutstrom aus der Drüsenvene regelmässig zugenommen habe, freilich nicht in dem Grade, wie bei Reizung der Chorda. Ich habe dieselbe geringgradige Zunahme bemerkt, wenn ich völlig indifferente Flüssigkeiten, z. B. den von der Drüse selbst secernirten Speichel, injicirte. Es handelt sich hierbei offenbar um eine durch die plötzliche Ausdehnung der Drüsenräume herbeigeführte mechanische Erregung des zwischen den Drüsenalveolen und Gängen gelegnen gefässerweiternden Nervenapparates. Eine langsame Ausdehnung der Secretionsbehälter, wie sie z. B. stattfindet, wenn man die Chorda bei unterbundenem Ausführungsgange reizt, hat jenen Erfolg niemals.

Interessante Folgen hat die Einspritzung einer Lösung von salzsaurem Chinin. Injicirt man etwa 2 Ccm. der Flüssigkeit (bei der Körpertemperatur mit dem Salze gesättigt), so wird die Erregbarkeit der absondernden Elemente bald herabgesetzt und nach kurzer Zeit ganz vernichtet. Dagegen tritt nach etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Minute, mitunter während die Absonderungsfasern der Chorda noch functionsfähig sind, eine starke Beschleunigung des Venenblutstromes ein, günstigen Falles so beträchtlich, wie man sie nur durch Chordareizung zu erzielen im Stande ist: ich habe den hellrothen Blutstrahl mehrere Centimeter hoch aus der Vene spritzen sehen. Diese Beschleunigung hält lange an; erst im Laufe von 10—15 Min. sinkt der Venenstrom auf seine normale Grösse. Absonderung der Drüse habe ich dabei auch zu der Zeit nicht beobachtet, wo sie noch durch Chordareizung zu erreichen war. Der Versuch kann an derselben Drüse mehrmals wiederholt werden; schliesslich aber tritt Lähmung der Gefässfasern der Chorda ein. Führt man das Chinin in die Drüsenarterie ein, so beobachtet man ebenfalls eine Circulationsbeschleunigung, aber nie so bedeutend, wie bei der Injection in den Gang.*)

*) Auf die Anwendung des Chinin war ich durch die Beobachtung von

Die Folge der durch die Chininwirkung herbeigeführten andauernden Blutdrucksteigerung in der Drüse ist ein starkes Bindegewebsödem, gerade wie es bei Chordareizung nach Vergiftung der Drüsenzellen durch Säuren oder Alkalien entsteht.

Um nun in den Zusammenhang zwischen Secretion und Circulation wo möglich noch tiefer einzudringen, habe ich nach einer Methode gesucht, den Blutlauf in der Drüse möglichst vollständig zu beherrschen. Dies Ziel ist nicht ganz leicht zu erreichen.

Die Drüse wird von mehreren arteriellen Zweigen versorgt, von denen der eine neben dem Ausführungsgange in den Hilus eindringt, die andern, wie mir scheint, in nicht ganz constanter Anzahl, die Drüsenkapsel von ihrer hintern und äussern Seite her durchbohren. Die relative Mächtigkeit dieser einzelnen Zuströme ist bei verschiedenen Hunden ganz verschieden. Ich habe auf der einen Seite Fälle gesehen, in denen die Zuklemmung der Hilusarterie allein schon genügte, den Ausfluss aus der Drüsenvene sehr erheblich herabzusetzen, auf der andern Seite Fälle beobachtet, in denen ausser der Hilusarterie noch drei kleine arterielle Zweige verschlossen wurden, ohne eine entsprechend bedeutende Verminderung des Venenausflusses dadurch zu erreichen. Man bekommt die Blutzufuhr ganz in seine Gewalt, wenn man die Drüse aus ihrer Kapsel ausschält und nur durch die Hilus-Gebilde, Ausführungsgang, Gefässe und Nerv, mit dem Thiere in Verbindung lässt. Sie antwortet trotz dieser wenig schonenden Operation, nach welcher ich sie an einem Faden frei aufhing, noch sehr lange auf Reizung der Chorda durch lebhafte Speichelbereitung. Allein die Verhältnisse weichen bei dieser Versuchsweise doch so sehr von den natürlichen ab, dass ich dieselbe zu systematischen Beobachtungen zu verwerthen mich nicht entschliessen mochte.

Binz gekommen, dass diese Substanz das Protoplasma schnell tödtet; ich erwartete eine ähnliche Wirkung auf die Drüsenzellen, die sich denn auch herausgestellt hat. — Ob die Wirkung auf den Blutstrom auch an andern Körpertheilen auftritt, bin ich festzustellen im Begriffe.

Ich ging deshalb schliesslich auf die Weise vor, dass ich, an der linken Submaxillaris experimentirend, die Subclavia und Carotis der rechten und die Subclavia der linken Seite durch Ligaturen schloss, um durch die linke Carotis allein das Blut dem Kopfe zuströmen zu lassen und diese Strombahn dann nach Bedürfniss mit einer durch Schrauben verstellbaren Druckpincette zu verengen oder zu erweitern.

Die Unterbindung der Subclaviae, von denen die rechte in der Regel mit der gleichseitigen Carotis aus einem gemeinsamen Truncus anonymus entspringt, ist eine ziemlich leicht ausführbare Operation. Nach Freilegung der Luftröhre spalte ich das dieselbe bedeckende lockere Bindegewebe, bis die Knorpelringe vollkommen entblösst sind und dringe dann, mit dem Zeigefinger der Luftröhre, weiter unten der Wirbelsäule folgend, in den hintern Brustraum ein. Die Aorta giebt dem tastenden Finger die Leitung rechts zu dem nicht sehr tief liegenden Tr. anonymus, aus welchem meistentheils die Carotiden beider Seiten hervorgehen, links zu der tiefer versteckten Art. subclavia. Ein passend zugekrümmter grosser Unterbindungshaken, von der freien Hand auf dem eingedrungenen Zeigefinger zu den Gefässstämmen hingeführt, macht die Umschlingung der letzteren mit einem starken Faden möglich, ohne die Pleura zu durchreissen.

Zu meiner Überraschung, aber zum nicht geringen Vortheile der beabsichtigten Versuche sah ich, dass Hunde die Verschliessung beider Subclaviae und beider Carotiden vertragen, ohne in die von Kussmaul und Tenner in ihrer bekannten schönen Arbeit bei Kaninchen beobachteten Krämpfe zu verfallen. Die meisten Thiere athmen, wenn die Narcose durch Morphium herbeigeführt ist, nach der Operation fast ungestört fort, nur bei einem sah ich jedes Mal, wenn die letzte Kopfschlagader geschlossen wurde, grosse Unruhe und Winseln eintreten. Schon hiernach war klar, dass das Gehirn noch auf anderm Wege als durch die genannten grossen Arterien sauerstoffhaltiges Blut erhalten müsse. Diese Zuflüsse genauer zu ermitteln, lag nicht in meinem unmittelbaren Interesse, da der

Blutstrom in der Speicheldrüse nach der Unterbindung jener vier Hauptarterien wenn auch nicht ganz vollständig unterdrückt, so doch auf ein äusserst geringes Maass beschränkt wird: aus der geöffneten Vene dringt nur in grossen Zwischenräumen ein Minimum von Blut hervor. Die Chorda versagt nach kurzer Zeit ihren Dienst. Das reichte für meine Zwecke zunächst aus.

§. 26. Einfluss des Blutstromes auf die Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels.

Die folgenden Versuche bezweckten in erster Reihe festzustellen, ob Steigerung oder Herabsetzung des Blutdruckes in den Drüsencapillaren einen Einfluss auf die Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels habe. Man kann die Möglichkeit eines solchen Abhängigkeitsverhältnisses offenbar auch dann zugeben, wenn man mit LUDWIG die Triebkräfte für den eigentlichen Secretionsvorgang, den die Drüsenelemente herbeiführen, aus ganz andern Quellen als aus dem Blutdrucke herleitet. Ja die Vorstellungen von GIANUZZI, nach welchem bei der Reizung der Chorda zunächst, wahrscheinlich nur in Folge der dabei eintretenden Steigerung des Capillardruckes, Lymphe in gesteigertem Maasse gebildet wird, aus welcher erst die Drüsenelemente das Wasser für die Speichelbildung schöpfen, — diese Vorstellungen machen es sogar wahrscheinlich, dass die Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels u. A. von dem in der Drüse herrschenden Blutdrucke abhängen werde. Wissen wir doch durch die schönen Arbeiten von LUDWIG und TOMSA, dass die Menge der in einem bestimmten Organe in der Zeiteinheit gebildeten Lymphe mit dem Blutdrucke in den Haargefässen dieses Organes steigt und sinkt. Je mehr Lymphe nun in die die Acini der Drüse umgebenden Räume einströmt, desto ergiebigeres Material finden die absondernden Drüsenelemente für ihre Absonderungsthätigkeit vor. Es scheint deshalb a priori nicht ungereimt anzunehmen, dass mit den Veränderungen des Blutdruckes innerhalb gewisser Breiten entsprechende Änderungen der Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels verknüpft sein werden.

Aber der Versuch hat seine besondern Schwierigkeiten. Man kann den Blutdruck in den Drüsencapillaren nicht ändern, ohne mit dem mechanischen Eingriffe Einflüsse anderer Art zur Wirksamkeit zu bringen, deren Verrechnung in das Endergebniss wenig sicher ist.

Wenn man behufs Herabsetzung des Druckes die Blutzufuhr beschränkt, vermindert man damit gleichzeitig die Sauerstoffzufuhr zu dem Absonderungsorgane, eine Schädigung, die gewiss weder für die Elemente der Drüse noch für die auf dieselben einwirkenden Nerven gleichgültig sein kann. Bei diesen misslichen Umständen kann nur eine sorgsame Erwägung der zusammentreffenden Verhältnisse zu einem Schlusse führen, dem eine gewisse Berechtigung beizulegen ist.

Ich führe nun zunächst einige Versuche als Unterlagen für die weiteren Erörterungen an.

Versuch 86.

Hund durch Curara bewegungslos gemacht (1 Grm. Curara auf 50 Ccm. Wasser, davon $1^1/_3$ Ccm. in die Vena jugularis dextra eingespritzt). Künstl. Respiration. Unterbindung der Art. anonyma rechts, der Art. subclavia links. Präparation der linken Gld. submaxillaris, Öffnung ihrer Vene, Freilegung des zugehörigen Ramus lingualis Quinti. In den Ausführungsgang wird eine Canüle gelegt und durch Zwischenstücke mit einer fast horizontal (ganz leicht schräge aufwärts) gerichteten dünnen, mit Millimeter-Theilung versehenen, Glasröhre in Verbindung gesetzt. Die frei präparirte linke Carotis wurde, wenn nöthig, durch eine Druckpincette verengt. Während ein Assistent, die Uhr in der Hand, die Zeiträume von 5 zu 5 Secunden während der Reizungsdauer laut angab, las ich selbst das Vorrücken der Speichelsäule während dieser Zeiträume ab. Der Nerv lag auf den Elektroden unverrückt und wurde nur ab und zu mit Blut befeuchtet.

a. Schlittenstand 30.

1. Art. carotis nicht verengt. Reizung von $11^h - 11^h\ 1'$. Venenblutstrom während der Reizung mässig verstärkt. In den einzelnen vom Beginn der Reizung an auf einander folgenden 5 Sec. rückte die Speichelsäule vor um:
0—40—60—70—55—35—25—25—17—18—15—12 Mm.
Summa 372 Mm.

2. Art. carotis so weit verengt, dass der Puls jenseits der Klemmpincette geschwächt wird, aber noch recht deutlich fühlbar bleibt. Reizung 11h 5′—6′. Venenblutstrom während der Reizung nur wenig gesteigert.

0—40—70—80—10—30—20—14—6—4—8—7 Mm. Summa 319 Mm.

3. Art. carotis frei. Reizung 11h 10′—11′. Venenstrom mässig beschleunigt.

0—19—60—70—50—50—10—25—25—20—20—20 Mm. Summa 399 Mm.

4. Gleich nach Beendigung der vorigen Reizung starke Verengerung der Art. carotis, so dass der Puls eben noch fühlbar bleibt. Reizung 11h 15′—16′. Venenblutstrom nicht merklich beschleunigt.

0—0—3—5—5—4—2—2—2—2—2—2 Mm. Sa. 29 Mm.

5. Art. carotis kurz vor Beginn der von 11h 20′—21′ währenden Reizung geöffnet. Venenblutstrom kräftig.

0—0—5—10—10—10—5—5—6—5—4—3 Mm. Sa. 63.

6. Art. offen erhalten. Reizung 11h 25′—26′. Venenblutstrom stark.

0—10—30—45—35—30—20—10—5—3—2—2 Mm. Summa 192 Mm.

7. Art. offen geblieben. Reizung 11h 30′—31′. Venenstrom ziemlich stark.

0—0—10—9—8—6—5—7—5—5—3—4 Mm. Sa. 62 Mm.

8. Art. offen. Venenblutstrom ziemlich stark. Reizung 11h 35′. Während 30 Secunden gar keine Secretion.

b. Schlittenstand 28.

9. Art. offen. Reizung 11h 40′—41′. Vene durch ein kleines Gerinnsel verstopft, nach dessen Entfernung Blutstrom ziemlich stark.

0—4—20—30—40—40—30—16—24—20—10—15. Sa. 249.

10. Art. so weit comprimirt, dass der Puls noch deutlich fühlbar bleibt. Reizung 11h 45′—46′. Venenstrom schwach verstärkt.

0—11—25—25—28—22—13—11—7—6—4. Sa. 152.

11. Art. offen. Reizung 11h 50′—51′. Venenstrom deutlich verstärkt.

0—2—15—20—30—35—35—25—30—27—19—14. Sa. 252.

12. Art. offen. Reizung 11h 55′—56′. Venenstrom mässig verstärkt.

0—2—16—25—40—40—30—25—20—15—12. Sa. 265.

13. Art. unmittelbar vor Beginn der von 12^h—12^h 1′ währenden Reizung gänzlich verschlossen. Blutausfluss aus der Vene auf's Äusserste verlangsamt.
0—0—6—15—13—12—10—7—4—5—4—1. Sa. 77.

14. Öffnung der Arterie 1/2 Minute vor Beginn der Reizung. Venenstrom entschieden verstärkt. 12^h 5′—6′.
0—2—2—13—11—9—5—4—3—4—4—3. Sa. 60.

15. Alles ebenso. Reizung 12^h 10′—11′.
0—0—5—10—11—10—9—9—6—6—5—5. Sa. 76.

16. Alles ebenso. Reizung 12^h 15′—16′.
0—0—2—7—9—8—5—4—4—5—4—4. Sa. 52.

c. Schlittenstand 24.

17. Art. offen. Reizung 12^h 20′—21′. Venenstrom ziemlich bedeutend verstärkt.
0—8—30—35—50—40—40—30—20—16—11—13. Sa. 293.

18. Art. ganz comprimirt. Reizung 12^h 25′—26′. Venenstrom fast unterdrückt.
0—0—3—14—14—13—13—13—11—9—6—5. Sa. 101.

19. Art. 1 Minute vor Beginn der von 12^h 30′—31′ währenden Reizung geöffnet. Venenstrom stark.
0—11—14—25—30—30—30—20—25—15—11—10. Sa. 211.

20. Alles ebenso. Reizung 12^h 35′—36′.
0—1—14—30—30—35—40—25—20—22—15—14. Sa. 246.

Versuch 87.

Vorbereitungen und Methode ganz wie bei 86. Anfänglich gar keine Arterien unterbunden.

a. Schlittenstand 28.

1. Alle Arterien offen. Venenstrom während der Reizung sehr stark. Reizung 10^h 45′—46′.
0—23—50—40—30—30—20—18—16—12—12—9. Sa. 260.

2. Unterbindung des rechten Tr. anonymus und der linken Art. subclavia; linke Carotis bleibt offen. Reizung 10^h 50′—51′. Venenstrom stark.
0—20—45—40—35—25—25—15—15—12—14—11. Sa. 257.

3. Linke Carotis verengt bis zu bedeutender Schwächung des Pulses. Reizung 10^h 55′—56′. Venenstrom viel schwächer als oben.
0—1—22—30—25—18—9—5—3—2—1—1. Sa. 117.

4. Arterie nach Beendigung der vorhergehenden Reizung sofort geöffnet. Reizung 11^h—11^h 1′. Venenstrom beträchtlich stärker als vorher.

0—0—0—4—1—1—0,5—0,5—2—2. Sa. (in 50 Sec.) 9.

5. Alles wie oben. Reizung 11^h 5′— 6′.

0—0—0—1—1,5—1,5—2—2—2—3—3—3. Sa. 19.

6. Ebenso. Reizung 11^h 10′—11′.

0—0—0—0—0—0—0,5—0,5—0,5—0,5—0—0. Summa 2.

b. Schlittenstand 24.

7. Art. frei. Reizung 11^h 12′—13′. Venenstrom sehr stark.

0—8—48—55—50—35—25—15—12—6—16—10. Sa. 280.

8. Arterie mässig verengt, Puls noch sehr deutlich fühlbar. Reizung 11^h 15′—16′. Venenstrom durch die Reizung verstärkt, aber merklich weniger als vorher.

0—2—25—45—60—30—15—12—10—6—6—5. Sa. 216.

9. Arterie offen. Reizung 11^h 20′—21′. Venenstrom mehr beschleunigt als bei 8.

0—4—14—25—35—30—30—20—20—15—15—12. Sa. 220.

10. Arterie stärker comprimirt als bei 8., Puls noch eben merklich. Reizung 11^h 25′—26′. Venenstrom sehr schwach.

0—2—15—17—18—17—14—11—7—5—3—2. Sa. 111.

11. Arterie nach Beendigung der vorigen Reizung geöffnet. Reizung 11^h 30′—31′. Venenstrom stark.

0—1—18—22—33—40—30—30—20—15—10—12. Sa. 231.

12. Art. eine Min vor Beginn der 11^h 35′—36′ stattfindenden Reizung vollständig geschlossen. Venenstrom kaum sichtbar.

0—1—20—15—20—15—12—7—5—5—2—2. Sa. 104.

13. Arterie frei. Reizung 11^h 40′—41′. Venenstrom stark.

0—1—5—15—16—19—20—15—18—12—10—12. Sa. 143.

14. Ebenso. Reizung 11^h 45′—46′.

0—2—20—17—23—22—15—12—8—4—9—6. Sa. 136.

c. Schlittenstand 20.

15. Alles wie bei 14. Reizung 11^h 50′—51′.

0—2—21—32—40—50—40—20—15—9—6—9. Sa. 244.

16. Arterie eine Min. vor Beginn der Reizung vollständig geschlossen. Reizung 11^h 55′—56′. Venenstrom verschwindend.

0—1—17—20—19—19—12—11—7—5—4—2. Sa. 117.

17. Arterie gleich nach Beginn der vorigen Reizung geöffnet. Reizung 12^h—12^h 1′. Venenstrom stark.

0—1—16—24—35—35—40—20—16—14—9—8. Sa. 218.

18. Arterie gleich nach Beendigung der vorigen Reizung vollständig geschlossen. Neue Reizung 12^h 5′—6′. Aus der Vene sickert eine äusserst geringe Blutmenge aus.
0—1—8—15—10—8—5—3—2—1—1—1. Sa. 55.

Die Arterie bleibt nun dauernd comprimirt; von Zeit zu Zeit wird der Zustand der Drüse durch Reizung der Chorda geprüft. Selbst um 12^h 45′ entleert die Drüse bei Nervenreizung noch etwas Speichel; beim Verrücken des Schlittens auf 16 verstärkte sich die Absonderung sichtlich. Es erklärt sich dies Verhalten aus dem Umstande, dass der Blutstrom in der Drüse keineswegs vollständig aufgehoben war: aus der Vene sickerte fortwährend, wenn auch sehr langsam, etwas Blut hervor.

Versuch 88.

Allgemeine Versuchsbedingungen ganz wie früher, d. h. alle Kopfschlagadern, mit Ausnahme der linken Carotis, unterbunden.

a. Schlittenstand 26.

1. Linke Carotis frei. Reizung 10^h 25′—26′. Venenstrom sehr stark beschleunigt.
0—20—70—50—55—45—36—30—27—29—30—28. Sa. 410.

2. Arterie nach Beendigung der vorigen Reizung sofort vollständig geschlossen. Reizung 10^h 30′—31. Venenstrom sehr schwach.
0—0—21—32—33—17—14—8—6—7—2—2. Summa 142.

3. die Arterie wird geöffnet, bis 10^h 39′ offen gelassen, dann wieder geschlossen. Reizung 10^h 40′—41′.
0—0—0—2—4—6—5—5—5—4—5—4. Sa. 40.

4. Arterie geöffnet, während mit der Reizung fortgefahren wird. Venenstrom mässig verstärkt.
10^h 41′—42′: 7—10—8—4—4—4—5—5—5—5—5—7. Sa. 69.
42′—43′: 6—6—6—6—5—4—4—3—3—3—2—3. Sa. 51.

5. Art. bleibt offen. Venenstrom während der Reizung (45′—46′) stark.
0—0—31—55—45—20—14—11—7—6—7—7. Sa. 203.

6. Art. offen geblieben. Reizung 10^h 48′—49′. Venenstrom nicht sichtlich beschleunigt.
0—0—0—1—1—1—1—1—1—1—1—1. Sa. 9.

b. Schlittenstand 23.

7. Arterie offen. Reizung 10^h 53′—54′. Venenstrom stark beschleunigt.
0—6—55—60—46—28—19—13—12—11—11—10. Sa. 271.

8. Nach Beendigung der vorigen Reizung Arterie sofort geschlossen. Reizung von 10^h 58′—59′. Aus der Vene fliesst kein Tropfen.

0—0—41—50—30—20—10—10—5—6—4—4. Sa. 180.

9. Sofortige Öffnung der Arterie. Reizung ununterbrochen fortgesetzt. Venenstrom anfangs sehr stark, dann etwas schwächer.

10^h 59′—11^h: 6—15—9—8—6—6—6—5—7—6—5—5. Sa. 84.
11^h—11^h 1′: 4—6—5—5—6—5—6—6—7—7—5—9. Sa. 71.
11^h 1′—2′: 10—11—10—10—13—8—7—8—7—8—8—9. Summa 109.

10. Arterie bleibt offen. Neue Reizung 11^h 6′—7′. Venenstrom stark.

0—13—60—100—70—35—25—20—20—10—15—10. Summa 378.

11. Verhältnisse ebenso. Reizung 11^h 11′—12′.

0—47—70—45—25—14—10—10—11—9—11. Sa. 252.

12. Gleich nach Beendigung der vorigen Reizung Arterie geschlossen. Reizung 11^h 16′—17′. Venenblutung äusserst geschwächt.

0—16—35—20—20—14—10—7—10—4—4. Sa. 140.

13. Reizung ununterbrochen fortgesetzt. Arterie geöffnet. Venenstrom mässig stark.

11^h 17′—18′: 4—12—9—6—5—4—4—3—2—3—3—2. Sa. 57.
18′—19′: 2—2—2—2—1,5—1,5—1—2—2—2—2,5—2,5. Summa 23.
19′—20′: 2—2—2—2—2,5—2,5—2—2—2—2—3—2,5. Summa 26,5.
20′—21′: 1,5—3—2,5—3—2—3—2,5—3—2—2—2—2,5. Summa 29.

14. Arterie bleibt geöffnet. Reizung 11^h 25′—26′. Venenstrom ziemlich stark.

0—33—65—60—25—20—15—12—9—8—8. Sa. 255.

c. Schlittenstand 21.

15. Die Arterie ist offen geblieben. Reizung 11^h 30′—31′. Venenstrom sehr stark.

0—32—105—100—60—40—28—22—15—19—11—10. Summa 442.

16. Arterie gleich nach Beendigung der vorigen Reizung geschlossen. Aus der Vene fliesst während der von 11^h 35′—36′ stattfindenden Reizung kein Tropfen.

0—24—40—40—30—15—11—9—7—3—4. Sa. 183.

17. Reizung ununterbrochen fortgesetzt. Arterie geöffnet. Venenstrom sehr stark.
11ʰ 36′—37′: 0—5—4—4—5—5—6—5—7—7—6—5. Sa. 59.
37′—38′: 5—5—4—5—4—4—4—4—3—4—4—3,5. S.49,5.
38′—39′: 3—3,5—3—4—3—4—3—3—3—3—6—7. S.45,5.
39′—40′: 7—7—5—7—12—12—9—6—9—11—5—11. Summa 101.
40′—41′: 10—8—7—10—10—7—7—7—7—7—8—8. Summa 96.

18. Reizungspause bei offen bleibender Arterie. Neue Reizung bei sehr verstärktem Venenstrome.
11ʰ 46′—47′: 0—15—45—50—50—43—33—25—25—20—20. Summa 326.
47′—48′: 20—17—15—11—10—10—10—9—8—6—6—6. Summa 128.

Die Durchmusterung der obigen Versuchszahlen, die ich aus einer grösseren Zahl ähnlicher Versuchsergebnisse als Beispiele herausgegriffen habe, führt zu folgenden Schlüssen:

1) Die bei Reizung der Chorda unter normalen Verhältnissen eintretende Secretion geht mit einer Geschwindigkeit vor sich, welche, vom Beginne der Erregung ab gerechnet, zuerst nach einem Stadium der »latenten Reizung« von dem Werthe Null aus innerhalb der ersten 15—25 Sec. bis zu einem — seiner Grösse nach von verschiedenen Umständen abhängigen — Maximum ansteigt, darauf erst schneller, dann langsamer sinkt. *) Vergleicht man den höchsten und den am Ende der ersten Minute erreichten niedrigsten Werth der Absonderungsgeschwindigkeit, so findet sich nicht selten ein Sinken bis auf den dritten, selbst fünften Theil des erreichten Maximums.

2) Das Ansteigen der Absonderungsgeschwindigkeit geschieht um so langsamer, das Maximum der Secretionsgeschwindigkeit wird im Allgemeinen um so später erreicht, je mehr durch wiederholte Reizungen Nerv und Drüse bereits ermüdet sind (vgl. Vers. 86. No. 9, 11—17—19—21; Vers. 87. No. 1, 2—7, 9, 11, 23—15, 17).

---

*) Der Verlauf der Curve der Speichelsecretion ist sehr ähnlich dem Gange der Muskelcurve.

Man könnte einen Augenblick daran denken, das anfängliche schnelle Ansteigen der Ausflussgeschwindigkeit des Speichels nicht sowohl von einer entsprechenden Änderung der Absonderungsthätigkeit der Drüse, als davon abzuleiten, dass bei Reizung der Chorda bekanntlich eine plötzliche Drüsenhyperämie entsteht: die plötzliche, unter steigendem Drucke vor sich gehende Ausdehnung der Drüsengefässe könnte den in den feinsten Ausführungsgängen enthaltenen Speichel schnell mechanisch austreiben. Allein diese Vermuthung wird hinfällig, wenn man in den obigen Versuchszahlen diejenigen Fälle betrachtet, in welchen die Reizung bei völlig geschlossener Art. carotis eingeleitet wurde: der allgemeine Gang der Curve der Secretionsgeschwindigkeit bleibt ganz derselbe.

3) Schon eine mässige Herabsetzung der Blutzufuhr, bei welcher durch die Reizung der Chorda noch eine sichtliche Steigerung des Blutausflusses aus der Vene herbeigeführt wird, bedingt eine merkliche Herabsetzung der Secretionsgeschwindigkeit (s. Vers. 86. No. 1, 2, 3—9, 10, 11. Vers. 87. No. 7—8—9—10—11.), welche nach völliger Freigebung des Blutlaufes mehr oder weniger vollständig wieder ausgeglichen wird. — Dasselbe Resultat habe ich noch durch ein anderes Verfahren als das in Vers. 86—88 befolgte erhalten, nämlich dadurch, dass ich von den gesammten arteriellen Ästchen, welche in die Drüse eindringen, einen oder einige wechselsweise schloss und öffnete, um auf diese Weise eine Verringerung der das Organ durchsetzenden Blutmenge herbeizuführen. Die nach dieser Methode angestellten Versuche liefern ebenso deutliche Ergebnisse wie die obigen; ich führe sie der Raumersparniss wegen nicht besonders auf, da sie doch nichts Neues lehren.

4) An die Versuche mit Herabsetzung der Blutzufuhr auf eine äusserst geringe Grösse, wie sie durch starke Verengung oder vollständige Schliessung der linken Art. carotis herbeigeführt wird, knüpfen sich mehrere Bemerkungen.

a) Die unter dem Einfluss der Chordareizung vor sich ge-

hende Speichelsecretion wird stärker verlangsamt, als in dem Falle 3).

b) Die Erregbarkeit des Nerven oder der secernirenden Drüsenelemente wird auf die Dauer beeinträchtigt. Man sieht dies aus allen Versuchen mit vollständigem Verschlusse der Carotis, bei welchen die erregenden Ströme nur schwach genommen wurden. Nach Wiedereröffnung der verschlossenen Blutbahnen nämlich hebt sich die Secretionsgeschwindigkeit entweder gar nicht oder doch nur vorübergehend für kurze Zeit: von den einige Minuten nach der Öffnung erfolgenden Reizungen liefern entweder nur die erste oder selbst gar keine mehr Speichel als die Reizung während des Verschlusses (s. Vers. 86. No. 3—8, 12—16. Vers. 87. No. 2—6 u. s. f.). Wirken dagegen auf den Nerven stärkere Ströme, so sind die einige Zeit nach Wiedereröffnung der Blutbahnen erfolgenden Reizungen in der Regel von nicht viel geringerem Erfolge, als die vor Schliessung der Arterie stattgehabte Reizung. Das lehren so viele Beispiele in den obigen Versuchen, dass ich einzelne nicht aufzuführen brauche.

c) Ist der Nerv bei geschlossener Arterie gereizt worden und öffnet man dann während fortdauernder Reizung den Blutstrom, so sieht man in manchen Fällen die Secretionsgeschwindigkeit langsam ansteigen (Vers. 88. No. 3—4, 8—9, 16—17), in andern Fällen eher noch weiter sinken (No. 12—13), während eine schnelle Steigerung erfolgt, wenn man die längere Reizung auf einige Minuten unterbricht und erst nach einer Pause wieder erneuert (Vers. 88. No. 5, 10, 14, 18).

§. 27. Würdigung der Befunde.

So weit die nackten Ergebnisse der Versuche. Ist nun die Herabsetzung der Secretionsgeschwindigkeit bei verengter oder geschlossener Art. carotis Folge der mechanischen Circulationsänderung oder der Sauerstoffentziehung oder beider Momente gleichzeitig? — Fragen, bei welchen wir einen Augenblick stehen bleiben müssen.

Dass die Herabsetzung des capillaren Druckes allein die Erscheinung keineswegs erklärt, geht unzweifelhaft daraus hervor, dass Wiederherstellung des vollen Blutstromes während der Dauer der Reizung nach vorausgegangener Unterbrechung oder erheblicher Herabsetzung zunächst entweder gar keine oder doch nur eine unbedeutende Steigerung der Secretion veranlasst. Diese tritt vielmehr erst ganz allmählich im Laufe der Zeit ein (s. Vers. 88. No. 9 und 17), woraus folgt, dass sie nicht dem plötzlich bei Eröffnung der Arterie ansteigenden Drucke, sondern einem erst allmählich nach längerer Durchfluthung des Organes mit Blut sich zur Geltung bringenden Momente ihren Ursprung verdankt. Dieses Moment kann kaum in etwas anderem gesucht werden, als in einer allmählichen Steigerung der Erregbarkeit, sei es der secernirenden Drüsenelemente selbst, sei es der Drüsennerven durch das sauerstoffhaltige Blut. Es spielen hier also chemische Verhältnisse mindestens eine ebenso wichtige Rolle als die mechanischen. Dass diese überhaupt von Einfluss sind, würde erst dann zu erweisen sein, wenn es gelänge, den Blutdruck zu mindern, ohne dadurch Sauerstoffverarmung herbeizuführen und unter diesen Umständen die Absonderungsgeschwindigkeit sinken zu sehen. Diesen Erfolg zu erzielen ist mir aber nicht geglückt. Ich habe eine Anzahl von Versuchen, ähnlich den früher mitgetheilten, aber mit besonderer Bezugnahme auf die obige Frage angestellt. Es wurde die künstliche Athmung möglichst energisch eingeleitet, um das Blut möglichst mit Sauerstoff zu sättigen. Dann wurde die Druckpincette, welche zur Verengerung der Carotis diente, allmählich verengt, um einen Punct der Strombeschränkung zu finden, bei welchem das Venenblut während der Reizung zwar langsamer als bei nicht verengter Carotis, aber doch noch geröthet ausströmte. Die Absonderungsgeschwindigkeit wich dann aber niemals merklich von der bei ganz freiem Blutstrome beobachteten ab, wenn man mit für die Erholung des Nerven ausreichenden Zwischenräumen jedesmal eine Minute lang reizte und vor Allem das Augenmerk darauf richtete, immer ganz genau dieselbe Nervenstelle auf den Elektroden zu haben. Der

letztere Punct ist bei allen derartigen Versuchen ganz besonders wichtig, weil schon eine sehr geringe Verrückung des Nerven die Einwirkung auf die Drüse in hohem Grade zu beeinflussen im Stande ist; man muss deshalb das Thier durch Curare völlig bewegungslos machen, um in jener Beziehung ausreichend gesichert zu sein. — Wurde die Verengerung der Carotis so weit getrieben, dass bei Reizung der Chorda das Venenblut, wenn schon immer noch etwas beschleunigt, so doch nicht mehr merklich geröthet aus der Drüse floss, so zeigte sich die Secretionsgeschwindigkeit immer in höherem oder geringerem Grade herabgesetzt.

Aus allen diesen Beobachtungen folgt, dass der Blutdruck an sich in den Drüsengefässen von keinem nachweisbaren Einflusse auf die Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels ist, dass vielmehr eine Herabsetzung der Blutzufuhr nur dann eine Verminderung der Energie der Absonderung im Gefolge hat, wenn sie so weit geht, dass die Versorgung des Organes mit Sauerstoff ungenügend wird. Wir müssen uns vorstellen, dass die Drüsenzellen aus der interacinösen Parenchymflüssigkeit (Lymphe) des Organes mit sehr erheblichen Kräften Flüssigkeit anziehen und dass diese Kräfte zu gleichem Secretionsresultate führen, ob die zu Gebote stehende Flüssigkeitsmenge innerhalb ziemlich weiter Grenzen entsprechend der Zunahme oder Abnahme des Capillardruckes, eine grössere oder geringere ist. In der That, wäre der Vorrath an jenem Flüssigkeitsmaterial von Gewicht, so müsste eine künstlich in Ödemzustand versetzte Drüse ganz besonders ergiebig absondern, was keineswegs der Fall ist. *)

*) Ich habe bei der eben durchgeführten Erörterung stillschweigend vorausgesetzt, dass die Röthung des Drüsenvenenblutes während der Reizung einen Beweis für einen reichen Sauerstoffgehalt desselben giebt, der Mangel an Röthung ein Zeugniss für Sauerstoffarmuth, ganz entsprechend der ursprünglich von Cl. Bernard gegebenen Deutung. Bidder hat aber die Zulässigkeit dieser Auffassung bezweifelt; er meint, dass die rothe Farbe, welche das Venenblut während der Chorda-Reizung annimmt, einer Zumischung von Salzen zu dem Blute in der Drüse ihren Ursprung verdanke.

Schliesslich habe ich noch der bereits von GIANUZZI aufgeworfenen Frage zu gedenken, ob der Flüssigkeitsübergang aus den Blutcapillaren in die Bindegewebsräume der Drüse als eine unter dem Einflusse des Blutdruckes stattfindende Filtration zu betrachten sei oder specifischen Kräften seinen Ursprung verdanke. G. neigt sich der Beantwortung im ersteren Sinne zu; ich habe einen schon von ihm selbst entworfenen Versuch ausgeführt, der diese von ihm bevorzugte Auffassung zur Gewissheit erhebt. Wenn man nämlich die Chorda tympani bei unterbundenem Drüsengange reizt, entsteht bekanntlich starkes Drüsenödem. Führt man diesen Versuch so aus, dass man die Blutzufuhr zur Drüse erheblich beschränkt, so dass die Drüsenvene während der Reizung nicht mehr Blut ausströmen lässt, als bei freier Zufuhr ohne Reizung, so entsteht selbst bei einer über eine Stunde währenden Reizung kein Ödem. Damit dieses Experiment schlagend ausfalle, muss man sich hüten, die Blutzufuhr zur Drüse zu sehr herabzusetzen, denn sonst wird während des Versuches die Chorda unwirksam, man erhält nach Wiedereröffnung des Ganges bei Reizung derselben keinen Speichel mehr, womit natürlich der Versuch seine Beweiskraft verliert. In den Fällen, wo nach einstündiger Reizung bei Öffnung des Ganges die Drüse sich noch wirksam auswies, war sie zwar etwas angeschwollen und härter geworden, weil der gebildete Speichel aufgestaut war, aber das Ödem fehlte. Es hatte also die künstliche Herabsetzung des Blutdruckes die Flüssigkeitsfiltration aus den Capillaren erheblich beschränkt, was nicht

---

Ich habe mich von der Grundlosigkeit dieser Zweifel entschieden überzeugt. Wenn man an Thieren, die mit Curara vergiftet sind, experimentirt, kann man leicht zeitweise die künstliche Respiration so weit verlangsamen, dass schon in den Arterien das Blut tief dunkel wird. Reizung der Chorda führt dann immer noch eine gewisse Zeit lang reichliche Secretion und entschiedene Beschleunigung des Blutstromes aus der Vene herbei: aber das Venenblut pulsirt dunkel, nicht hell hervor, wie es der Fall sein müsste, wenn in der Drüse röthende Salze hinzuträten, deren Wirkung von dem Sauerstoffgehalte des zuströmenden arteriellen Blutes unmöglich abhängig sein kann.

der Fall sein dürfte, wenn sie auf einer specifischen Ursache beruhte.

Cap. VIII.

Nähere Begründung einiger Folgerungen aus den mitgetheilten Beobachtungen. *)

§. 28. Die Bildung des Schleimes; trophische Nervenwirkungen.

Es hat schon seit geraumer Zeit hier und da die Ansicht Eingang gefunden, dass die Bildung des Schleimes in den Schleimdrüsen und auf den Schleimhäuten durch die Zellen dieser Orte geschehe. Allein wie wenig sicher sich die Anschauungen über die Art der Betheiligung der Zellen an diesem Processe gestaltet haben, das geht aus den vielfach von einander abweichenden Darstellungen hervor, welche die Lehrbücher früherer wie der letzten Jahre über diesen Gegenstand geben. (Ich verweise z. B. auf SCHLOSSBERGER, allgemeine und vergleichende Thierchemie I, 316; KÖLLIKER, Gewebelehre, 4. Aufl. 387; FREY, Histologie, 2. Aufl. 186; RINDFLEISCH, pathologische Gewebelehre I, 25.) Nimmt man dazu noch die bunten Angaben, welche neuerdings zahlreiche Forscher bezüglich der »Becherzellen« machen, die eine ganze Literatur wach gerufen haben, so wird man zugeben, dass die Vorstellungen bezüglich der Schleimbereitung ungemein schwankende sind.

Meine in den früheren Capiteln mitgetheilten Beobach-

*) Es ist hier nicht meine Absicht, in der Weise, wie es häufig geschieht, alle einzelnen thatsächlichen Ergebnisse und Schlüsse aus meinen Beobachtungen im Ganzen zusammenzustellen, sondern lediglich gewisse Folgerungen, die im Laufe der Untersuchung nicht ausreichend besprochen werden konnten, ausführlicher zu discutiren. Einer allgemeinen Übersicht überhebt mich bis zu einem gewissen Grade das ausführliche voraufgeschickte Inhaltsverzeichniss.

tungen führen nun, wenn ich nicht irre, zu folgenden Aufschlüssen, die ich im Einzelnen noch näher auszuführen habe:

Die Schleimbildung geschieht innerhalb gewisser Zellen der Drüsenalveolen durch schleimige Metamorphose des Protoplasma's und Zerstörung der Zellen unter Einwirkung des Nervensystems; die zu Grunde gegangenen Elemente ersetzen sich durch Nachwuchs junger Zellen, welche die gleiche Laufbahn durchmachen.

1) Dass der Schleim in der Unterkieferdrüse des Hundes und Schafes innerhalb den von mir sog. Schleimzellen gebildet wird, kann nach §. 3 und 4 nicht zweifelhaft sein. Ich brauche wohl kaum hinzuzufügen, dass bei ihrer völligen Ähnlichkeit das Gleiche auch für die gewöhnlichen Schleimdrüsen gilt. Dagegen möchte ich hervorheben, dass auch die »Becherzellen« der Häute nichts als Zellen mit schleimig metamorphosirtem Protoplasma sind und auf ganz derselben Linie mit den Schleimzellen der Drüsen stehen. Ich habe daran seit meinen Erfahrungen über die letzteren nie gezweifelt, da mir die »Becherzellen« alte Bekannte von meinen Untersuchungen über die Darmschleimhaut her waren. Nach dem Erscheinen von F. E. SCHULZE's umfassender Arbeit über diesen Gegenstand (MAX SCHULTZE's Archiv für mikrosk. Anat. III, 137) habe ich die Becherzellen der Haut von Fischen, z. B. Cobitis fossilis, untersucht und mich von der Übereinstimmung derselben mit den Schleimzellen der Drüsen in allen wesentlichen Puncten überzeugt.

Die schleimige Metamorphose des Protoplasma's kann entweder eine fast vollständige sein, so dass nur sehr geringe Mengen unveränderten Protoplasma's übrig bleiben, oder eine weniger durchgreifende, so dass neben dem Mucin noch recht merkliche Mengen von Albuminaten nachzuweisen sind. Ersteres ist z. B. in der Gld. submaxillaris des Hundes, letzteres in der des Schafes der Fall.

2) Dass die Schleimzellen behufs Entleerung ihres Inhaltes zu Grunde gehen, dafür sind in §. 14 und 17 ausreichende Be-

weise gegeben: so das Auftreten noch zweifelloser Schleimzellen im Secrete, das Verschwinden der Schleimzellen aus der Drüse bei längerer Chorda-Reizung, während gleichzeitig der Schleimgehalt des Speichels immer geringer wird u. s. f.

Ich betone diesen Punct, da man geneigt gewesen ist, die den Schleimzellen functionell gleichwerthigen Becherzellen als persistirende Secretionsorgane für den Schleim anzusehen, als einzellige Drüsen, während jene in der That gerade so transitorischer Natur sind, wie etwa die Epithelzellen der Talgdrüsen, welche durch Fettdegeneration zu Grunde gehen, um so das Hauttalg darzustellen.

Die Zerstörung der Schleimzellen unter Lösung ihres Inhaltes ist ein verwickelter Vorgang, von dessen Gliedern meine Beobachtungen einzelne übersehen lehren.

Es hat sich ergeben (§. 10 und 11), dass das Secret der Unterkieferdrüse um so schleimreicher wird, je energischer die Absonderungsnerven in den Zustand der Reizung versetzt werden. Bei schwacher Reizung fliesst der Speichel langsam, die aus dem Blute transsudirende Flüssigkeit bleibt mit den Schleimzellen längere Zeit in Berührung. Wenn sie trotzdem weit geringere Mengen Schleim gelöst enthält, als bei schneller Secretion, also kurzer Berührungsdauer, wie sie bei starker Reizung der Chorda stattfindet, so kann meines Erachtens der Grund nur ein zweifacher sein. *a*) Entweder strömt bei starker Reizung in die Drüsenräume eine Flüssigkeit von anderer chemischer Zusammensetzung als bei schwacher Reizung, welche den Inhalt der Schleimdrüsen leichter zu lösen im Stande ist oder *b*) es beschleunigen sich unter dem Einflusse der verstärkten Reizung im Innern der Schleimzellen chemische Umsetzungen, welche auch bei schwacher Reizung, nur in langsamerem Tempo, geschehen und zur Folge haben, dass der Inhalt der Schleimzellen leichter löslich wird. In dem ersteren Falle würde es sich also um Veränderung der chemischen Zusammensetzung der lösenden Flüssigkeit, welche durch die Nervenreizung geliefert wird, im letzteren Falle um eine directe Einwirkung der Nerven auf

den Stoffumsatz im Innern der Zellen, mit einem Worte um »trophische Nervenwirkungen« im engern Sinne handeln.

Ad *a*. Fassen wir zunächst die erste Annahme genauer ins Auge. Die vorausgesetzte Änderung der chemischen Zusammensetzung der lösenden Flüssigkeit könnte nach Allem, was wir von den Löslichkeitsverhältnissen des Schleimes und der Zerstörbarkeit der Schleimzellen wissen, nur darin bestehen, dass die Flüssigkeit reicher an freien oder kohlensauren Alkalien würde, — sei es in Folge relativ vermehrter Ausscheidung der Alkalien des Blutplasma's, oder sei es in Folge von Zersetzung von Alkalisalzen unter Bildung freier Alkalien, ähnlich etwa wie in den Magendrüsen Chloride unter Bildung freier Salzsäure zerlegt werden.

Die experimentelle Prüfung dieser Vermuthungen hat zu einem entschieden negativen Resultate geführt, wie die folgenden Mittheilungen zeigen mögen.

Einem Hunde wurden durch Reizung der Chorda zuerst bei dem Schlittenstande 30—29, dann bei dem Schlittenstande 22—20 einige Cubikcentimeter Speichel entzogen. Von jeder Speichelsorte wurden 2 Ccm. mit gleichen Mengen blauer Lakmustinctur versetzt und mit Salpetersäure von 5,4 Grm. im Litre titrirt. Bis zu gleichem Röthungsgrade beider Speichelportionen wurden fast absolut gleiche Säuremengen verbraucht. Doch war dieser Versuch nicht sicher genug, da in dem bei starker Reizung secernirten Speichel sich ein grosser gallertiger Mucinballen bildete, der den Farbenvergleich mit der andern Portion erschwerte.

Es wurden deshalb demselben Hunde zwei grössere Speichelportionen entzogen, und zwar I) bei Schlittenstand 33—29, II) bei Schlittenstand 21—18.

I. 19,9238 Grm. Speichel enthielten
festen Rückstand 0,0998 Grm. = 0,509 %.
Asche 0,0485 » = 0,243 %.

Die weisse Asche wurde in 18,25 Ccm. reiner Salpetersäure gelöst, welche durch Verdünnen von Normalsalpetersäure (54 Grm. im Litre) auf das 20fache Volumen erhalten war. Um

die Säure zu neutralisiren, waren 9,6 Ccm. einer Natronlauge nöthig, von welcher 1 Ccm. äquivalent war 1,09 Ccm. der Säure. Mithin entsprachen 9,6 Ccm. der Natronlauge 10,44 Ccm. der Säure und die Summa der freien, resp. kohlensauren Alkalien und Erden der Asche des Speichels war äquivalent 7,79 Ccm. der Säure.

II. 19,7660 Grm. Speichel enthielten

festen Rückstand 0,2613 Grm. = 1,321 %.
Asche 0,0974 » = 0,492 %.

Zu der Asche wurden 23,2 Ccm. der obigen Salpetersäure gesetzt. Die Neutralisation erforderte 14,45 Ccm. Natronlauge entsprechend 15,75 Ccm. der Säure. Mithin waren die freien Alkalien der Speichelasche äquivalent 7,45 Ccm. der Säure.

Die fast gleichen Speichelmengen haben also in ihrer Asche fast genau gleiche Mengen freier, resp. kohlensaurer Alkalien und Erden. Die wohl in die Fehlergrenzen fallende Differenz fällt auf Seite der Speichelportion, welche den geringen Schleimgehalt besitzt. Der Ueberschuss der Portion II. an unverbrennlichen Bestandtheilen ist offenbar auf Neutralsalze zu beziehen, die wahrscheinlich aus den zerstörten Schleimzellen stammen; denn wenn sie aus dem Blute ihren Ursprung herleiteten, würden mit ihnen auch die Alkalien in vermehrter Menge auftreten.

Um die vorliegende Frage möglichst sicher zu stellen, wurde in einem ferneren Versuche auf folgende Weise verfahren.

Bei dem Hunde CXIII. wurde Speichelportion I. bei dem Schlittenstande 38—40, Portion II. bei dem Schlittenstande 24—22 aufgefangen.

I. 14,3772 Grm. Speichel enthielten

0,1100 Grm. Rückstand = 0,765 %.

Der Rückstand wurde nicht verascht, sondern mit 41,4 Ccm. einer verdünnten Essigsäure von genau bestimmtem Gehalte 24 Stunden lang ausgezogen, die Lösung auf 250 Ccm. verdünnt und dann die freie Essigsäure durch Natronlauge von bekanntem Gehalt titrirt; 1 Ccm. der benutzten Natronlauge enthielt 0,002 Grm. Natronhydrat. Es ergab sich, dass die Alkalien der obigen Speichelportion 3,22 Ccm. Natronlauge = 0,00644 Grm.

NaOHO äquivalent waren. 100 Grm. des Speichels würden danach 0,044 Grm. Natronhydrat entsprechen.

II. 13,2956 Grm. Speichel enthielten
0,1843 Grm. Rückstand = 1,308 %.

Der Rückstand wurde ganz ebenso behandelt und ergab eine Menge freier Alkalien, die äquivalent war 2,68 Ccm. der benutzten Natronlauge = 0,00536 Grm. NaOHO. 100 Grm. Speichel würden eine Alkalimenge äquivalent 0,040 Grm. Natronhydrat enthalten.

Das Resultat ist hier wiederum völlige Gleichheit des schleimarmen und schleimreichen Speichels an Alkaliprocenten. — Ich übersehe nicht, dass diese Bestimmungen Bedenken erregen können wegen der geringen Mengen der in dem Speichel überhaupt enthaltenen freien Alkalien; die Titrirung ist natürlich immer mit Fehlern behaftet, denen gegenüber man vielleicht geneigt sein wird, die mitgetheilten Ergebnisse für nicht sehr beweisende zu halten.. Doch darf ich wohl auf die Übereinstimmung der directen Titrirung des Speichels, der Titrirung der Asche und der Titrirung der essigsauren Lösung des festen Rückstandes hinweisen; die Gleichheit des Ergebnisses aller drei Methoden kann doch unmöglich zufällig sein. Endlich bin ich auf eine vierte Methode gekommen, die die einfachste und doch schlagendste ist.

Bei dem Hunde CXV. entzog ich Speichelportion I. bei dem Schlittenstande 36—34, Portion II. bei dem Schlittenstande 24—22. Die letztere Portion war ungleich zähflüssiger als die erstere. Schon vorher war eine genau neutralisirte und dann durch Essigsäure ganz schwach angesäuerte Lacmustinctur bereitet worden. Es wurden nun in zwei gleich dicken Reagensgläschen Mischungen von je 2 Ccm. der beiden Speichelportionen mit je 2 Ccm. der Lacmustinctur hergestellt. Beide hatten genau gleichen Farbenton angenommen, blau mit noch deutlichem, röthlichem Stich. Von der Speichelportion I. bereitete ich eine dritte ganz gleiche Lösung und setzte dazu 0,2 Ccm. der obigen Natronlauge (1 Ccm. = 0,002 Grm. NaOHO), die 0,0004 Grm. NaOHO enthielten (oder 0,0003 Grm. NaO). Die letztere Mischung war deutlich

von den beiden ersten durch ihren dunkler blauen Farbenton zu unterscheiden.

Hiernach ist mit Sicherheit zu behaupten, dass 2 Ccm. des concentrirteren Speichels nicht 0,0003 Grm. Natron mehr enthalten haben können, als die gleiche Menge des verdünnteren Speichels, — oder beide Speichelarten unterscheiden sich sicher nicht um 0,015 % in ihrem Gehalte an freien Alkalien (wenn 1 Ccm. = 1 Grm. Speichel angenommen werden darf).

Vor diesen Thatsachen wird die unter *a*) aufgestellte Hypothese hinfällig: der grössere Schleimgehalt des bei stärkerer Reizung secernirten Speichels beruht nicht auf einem grösseren Gehalt der Flüssigkeit an freien Alkalien.

Ad *b*. Nach dem so bestimmt ausgesprochenen negativen Ergebnisse, das wir soeben kennen gelernt haben, bleibt, soweit ich sehe, Nichts übrig, als sich für die zweite Hypothese zu entscheiden, dass die Nervenreizung in den Schleimzellen chemische Umsetzungen veranlasse, welche den unlöslichen oder schwer löslichen Inhalt derselben in leichter löslichen Schleim überführen; durch Verstärkung der Reizung müssen dann natürlich grössere Schleimmengen gelöst werden. Die Schleimsecretion wird somit als ein direct vom Nervensysteme abhängiger Vorgang angesehen werden müssen, welcher durch Einwirkung der Nerven auf die Schleimzellen zu Stande kommt.*)

Man wird hier vielleicht einwenden, dass der Schleim ja schon an sich nicht schwer löslich sei. Allein ich muss doch betonen, dass der Inhalt der Schleimzellen keineswegs als leicht löslich bezeichnet werden darf. Man kann mikrosko-

*) Es ist mir nicht entgangen, dass die pathologische Anatomie Fälle von Schleimbildung auch an solchen Orten kennt, wo von einer Einwirkung des Nervensystems nicht die Rede sein kann, z. B. bei der schleimigen Erweichung des Knorpels in der Intercellularsubstanz u. s. f. Allein das ist so wenig ein Gegenbeweis gegen meine obige Anschauung, wie das Auftreten von Milchsäure in irgend einem Organe die Thatsache widerlegen würde, dass in den Muskeln Milchsäure bei Erregung ihrer motorischen Nerven gebildet wird.

pische Schnitte der Drüsen in Speichel, Kochsalzlösung von 0,5—1 %, ja selbst in Wasser lange beobachten, ohne die Schleimzellen verschwinden zu sehen, wie es bei Zusatz selbst sehr verdünnter Alkalilösungen so schnell geschieht. Findet man in dem secernirten Speichel selbst den Schleim doch mitunter nur in gequollenen Klumpen, also nicht gelöst. Aus den Löslichkeitsverhältnissen des Schleimzelleninhaltes kann also ein begründeter Einwand gegen die oben ausgesprochene Ansicht nicht hergenommen werden.

Schon PFLÜGER hat auf Grund seiner histologischen Erfahrungen die Ansicht ausgesprochen, dass die Nervenfasern direct auf die Zellen der Speicheldrüsen einwirken müssten. Die Ergebnisse meiner Versuche führen, wie man sieht, zu demselben Schlusse, sind also den anatomischen Angaben jenes Forschers in hohem Grade günstig. Um so mehr bedauere ich es, nie so glücklich gewesen zu sein, den Fortsatz einer Schleimzelle mit einer zweifellosen Nervenfaser in Verbindung treten zu sehen, so sehr ich auch hierauf lange Zeit meine Aufmerksamkeit gerichtet habe. Vielleicht finden recht bald begünstigtere Nachfolger auf diesem Gebiete Gelegenheit, meine in dieser Hinsicht erfolglosen Bemühungen im Sinne PFLÜGER's zu ergänzen, was mir um so erwünschter wäre, als die aus meinen Versuchen abgeleiteten Folgerungen darin eine nicht zu unterschätzende Stütze finden würden.

3) Dass für die behufs der Schleimsecretion zerstörten Zellen durch Nachwuchs junger Elemente, deren Protoplasma allmählich schleimige Metamorphose eingeht, Ersatz geschafft wird, lehren die hier nicht noch einmal zu wiederholenden Beobachtungen des §. 17; dass der Process der Zellenneubildung durch Theilung unter dem Einflusse der Nervenreizung sich in enormem Maasse beschleunigt, wissen wir aus §. 15 und 17. Auf welche Weise aber die gereizten Nervenfasern ihren Einfluss auf die zelligen Elemente geltend machen, um sie zu so massenhafter Wucherung anzuregen, ob die Wirkung eine directe oder, was sehr viel wahrscheinlicher, eine durch Zwischenglieder vermittelte ist, darüber wage ich nicht die geringste Vermuthung aus-

zusprechen. Ich ziehe es vor, mich so vorsichtig wie möglich auszudrücken und für jetzt nur — so viel ich weiss, zum ersten Male — an dem Beispiele der Speicheldrüsen die Thatsache positiv festzustellen, dass durch Nervenreizung Vorgänge angeregt werden können, welche lebhafte Zellenbildung im Gefolge haben, — eine »formative Reizung« (VIRCHOW) im allerprägnantesten Sinne des Wortes.

Die unter 2) und 3) erörterten Beobachtungen tragen, wenn ich mich nicht täusche, den Keim zu fruchtbarer Weiterentwickelung in sich. Niemand wird glauben, dass die Natur Organen von der im Ganzen geringen Bedeutung, wie die Speicheldrüsen, zu Liebe Veranstaltungen von so weitgreifender principieller Bedeutung getroffen habe. Die Einwirkung der Nerven auf den Stoffumsatz in den Zellen, an einem Orte mit Bestimmtheit nachgewiesen, wird sich wahrscheinlich als Vorgang von weiter Verbreitung herausstellen, und wenn in jenen Drüsen die Nervenerregung in so auffallender Weise die Zellenneubildung begünstigt, so wird an dem Vorkommen ähnlicher Folgen in sonstigen Organen nicht zu zweifeln sein. Drüsen anderer Natur, unter denen ich zunächst die Labdrüsen des Magens und den Hoden im Auge habe, würden wahrscheinlich ein ergiebiges Feld für weitere Durchforschung in diesem Gebiete bieten.

§. 29. Sympathicus und Chorda in ihrer gegenseitigen Stellung.

Seit ECKHARD's bekannter Arbeit hat man allgemein angenommen, dass die beiden Secretionsnerven der Unterkieferdrüse des Hundes eine specifisch verschiedene Einwirkung auf das Organ ausüben und deshalb specifisch verschiedene Absonderungsvorgänge hervorrufen.

Meine Beobachtungen führen mich zu der Ansicht, dass es sich keineswegs um eine specifische, sondern lediglich um eine graduelle Verschiedenheit handelt.

Zur Begründung dieser Abweichung von der Auffassung meiner Vorgänger habe ich zunächst darauf aufmerksam zu

Gegenüber den Übereinstimmungen sind die Verschiedenheiten in dem Verhalten beider Nerven und ihrer Secrete, wie man sieht, sehr geringe, so dass man sehr geneigt wird, dieselben nicht als Ausdruck einer specifischen Verschiedenheit der Einwirkung anzusehen, sondern als rein graduelle Unterschiede aufzufassen.

Die übrig bleibenden Unterschiede beider Secrete kommen nämlich darauf hinaus, dass bei Reizung des Sympathicus relativ sehr wenig Flüssigkeit abgesondert wird, während reichliche Schleimbildung eintritt, bei Reizung der Chorda dagegen im Verhältniss zu dem gebildeten Schleim viel Flüssigkeit abgeschieden wird. Deshalb ist das sympathische Secret bei gleichem Zustande der Drüse (d. h. wenn beide Nerven unmittelbar hinter einander gereizt werden) ungleich concentrirter als das Chorda-Secret, deshalb wird während der ersten Zeit der Reizung des Sympathicus sogar ein Theil des Schleimes in der geringen Flüssigkeitsmenge gar nicht gelöst, sondern in nur gequollenem Zustande entleert.

Es ist hiernach offenbar, dass die Schleimbildung und die Flüssigkeitsabsonderung zwei Vorgänge sind, die nicht in so enger Verknüpfung zu einander stehen, dass sie als Theilerscheinungen desselben Processes anzusehen wären. Denn dann müssten Schleimbildung und Flüssigkeitsabsonderung sich in gleichem Verhältnisse ändern, während doch ihr relatives Verhältniss bei Reizung der Chorda und des Sympathicus sehr verschieden ist.

Aber auch bei Reizung der Chorda allein ändert sich unter gewissen Bedingungen dieses Verhältniss sehr erheblich. Bei Verstärkung der Reizung steigt die Schleimbildung in viel höherem Maasse als die Flüssigkeitssecretion; bei langer Dauer der Reizung sinkt erstere sehr viel schneller als letztere; jene kann auf ein Minimum gesunken sein, während diese noch recht lebhaft ist.

Fügen wir hinzu, dass es Drüsen giebt, welche grosse Massen Schleim bilden, ohne dass eine in Betracht kommende Flüssigkeitsmenge secernirt wird, wie es in der von Kehrer

untersuchten Orbitaldrüse der Fall zu sein scheint, die die schönsten Schleimzellen enthält. Erinnern wir uns zurück, dass die Submaxillaris des Kaninchens zwar lebhaft Flüssigkeit secernirt, aber keinen Schleim bildet.

Alle diese Thatsachen lassen sich durch eine einfache Hypothese erklären, für welche ich einen absoluten Beweis freilich nicht zu geben im Stande bin. Aber naturwissenschaftliche Hypothesen haben eine Berechtigung, so lange sie den Kreis von Erscheinungen, für welchen sie bestimmt sind, verständlich machen; sie sind brauchbare Hülfsmittel für den Fortschritt der Forschung selbst dann, wenn sie durch diesen beseitigt werden.

Die folgende Vermuthung mag lediglich von diesem Gesichtspuncte aus beurtheilt werden. Ich nehme an, dass die Schleimbildung und die Flüssigkeitsabsonderung neben einander hergehende Processe sind, von denen jeder durch eine besondere Classe von Nervenfasern zu Stande kommt. Beide Nervenfaserarten — nennen wir sie der Kürze wegen Schleimfasern und Absonderungsfasern — sind sowohl in der Chorda als in dem Sympathicus enthalten, aber in ungleichem relativem Verhältnisse. Die Chorda enthält im Verhältniss zu den Schleimfasern relativ sehr viele, der Sympathicus relativ sehr wenige Absonderungsfasern.

Bei dieser Annahme erklärt sich 1) die Verschiedenheit des Sympathicus- und des Chordasecretes auf das Einfachste; 2) der verschiedene Gang, welchen Schleimbildung und Flüssigkeitsabsonderung bei Verstärkung der Reizung und bei langer Dauer derselben nehmen, wird leicht verständlich. Eine thatsächliche Stütze findet ferner unsere Vorstellung darin, dass nach §. 21 längere Reizung des einen der beiden Secretionsnerven das Secret, welches bei Reizung des andern geliefert wird, an Schleim verarmen lässt, — was offenbar beweist, dass beide Secrete ihren Schleim aus derselben Quelle schöpfen, die jeder Nerv zu eignen Gunsten und zu Ungunsten des andern ausbeutet.

Wenn bis dahin die obige Hypothese nach jeder Richtung

hin plausibel erscheint, so stösst sie unläugbar auf Schwierigkeiten, wenn man sich gewisse Consequenzen derselben klar macht. Wenn nämlich zwei besondere Faserarten für die Schleimbildung und die Absonderung der Speichelflüssigkeit angenommen werden, so liegt die Folgerung nahe, dass es für diese beiden Functionen auch zwei verschiedene Drüsenzellenarten geben müsse. Bis jetzt sind diese nicht gefunden. Freilich zeigt die Submaxillaris des Hundes in ihren Acinis Rand- und centrale Zellen, allein diese sind nur verschiedene Entwickelungsstufen derselben Elemente. Wir wissen, dass wenn nach langer Chordareizung die Schleimzellen alle oder fast alle zerstört und die Acini mit jungen noch nicht schleimig metamorphosirten Zellen gefüllt sind, also die Drüse in den durch Tab. II. Fig. V. repräsentirten Zustand übergegangen ist, 1) der Schleimgehalt des Chorda-Speichels auf ein Minimum herabgeht, während die Flüssigkeitsabsonderung noch verhältnissmässig lebhaft fortbesteht, 2) der Sympathicus seine Wirksamkeit schnell ganz einbüsst (§. 21).

In Anbetracht dieser Thatsachen drängt sich bei dem Mangel zweier specifisch verschiedener Zellenarten die Vermuthung auf, dass Absonderungs- wie Schleimfasern mit allen Acinus-Zellen in functionellem Zusammenhange stehen, dass aber die ersteren vorzugsweise so lange auf dieselben wirken, als sie noch reich an unverändertem Protoplasma sind, das letztere zur Flüssigkeitssecretion veranlassend, dass dagegen die Schleimfasern ihre Einwirkung entfalten, wenn das Protoplasma schleimige Metamorphose eingeht, um durch chemische Vorgänge anderer Art als diejenigen, welche die Flüssigkeitsabsonderung herbeiführen, die Lösung des Schleimes in den Zellen herzustellen.

Ich bin hier an der Grenze des bis jetzt positiv Erkannten angelangt oder habe vielmehr dieselbe in den letzten Zeilen schon überschritten. Wir werden vorläufig in dem Verständniss der merkwürdigen Processe in der Drüse nicht weiter vordringen können, so lange es noch an chemischen Vorarbeiten und an weiteren histologischen Erfahrungen fehlt. Ob der von mir durch die letzten Reflexionen betretene Weg weiter führt, wird die

Zukunft lehren. Zu den ersten Aufgaben, welche zunächst zu lösen sind, gehört meiner Ansicht nach eine Untersuchung der Gase des Speichels, die über die vermuthlich in der Drüse während der Absonderung stattfindenden Oxydationsprocesse Aufschlüsse zu geben im Stande sein wird. Mein Assistent Herr Dr. Werner Schmid ist im Begriffe, diese Untersuchung auf meinen Wunsch vorzunehmen; die Ergebnisse werden ihrer Zeit mitgetheilt werden.

Cap. IX.

Anhang. Bemerkungen über die Glandula sublingualis.

§. 30. Morphologische Verhältnisse.

Die Gld. sublingualis und ihr Secret ist, soviel ich weiss, nur Gegenstand beiläufiger Beachtung gewesen. Bei meinen zahlreichen Beobachtungen über die ihr unmittelbar benachbarte Gld. submaxillaris konnte es nicht fehlen, dass ich auch der Unterzungendrüse bis zu einem gewissen Grade meine Aufmerksamkeit zuwandte. Was ich bemerkt, mag hier anhangsweise seinen Platz finden, mehr um ein Interesse für dieses Organ zu erwecken als weil etwa meine Wahrnehmungen bereits auf eine Art von Abrundung Anspruch machen könnten.

Der Bau der Drüse zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der Gld. submaxillaris. Die Acini lassen in ihrer Mehrzahl helle Schleimzellen, umgeben von ähnlichen körnigen Randelementen, wie sie in der Unterkieferdrüse vorkommen, erkennen. Die Complexe der peripherischen, granulirten, eiweissreichen Zellen sind meistentheils grösser im Verhältniss zum Gesammtumfange der Acini als in jener Drüse, und die Grenzen der einzelnen Zellen in den Aggregaten nicht selten schwer sichtbar zu machen. Oft umgreifen die Randzellen die ganze Peripherie der Acini, statt, wie in der Submaxillaris, nur ein begrenztes Stück derselben in Anspruch zu nehmen. Neben den Alveolen mit centralen Schleimzellen kommen aber auch in nicht geringer Zahl

solche vor, die lediglich eckige granulirte Zellen enthalten (vgl. Tab. III. Fig. VIII.).

Besonders auffallend und von dem Verhalten in der Submaxillaris abweichend gestalten sich die interacinösen und interlobulären Räume der Drüse. Das Bindegewebe derselben ist nämlich massenhaft infiltrirt mit Lymphkörperchen; sie bilden breite Strassen zwischen den Läppchen, schmalere Züge zwischen den Alveolen. (In der übrigens guten Abbildung sind die Lymphkörperchen von dem Zeichner etwas zu spitzeckig angegeben. Bei der Erhärtungsmethode in Alkohol verlieren sie allerdings etwas ihre runde Gestalt, aber die künstlich durch den Druck erzeugten Ecken sind doch mehr abgerundet.) Beim ersten Anblick sollte man glauben, dass die Alveolen in ein dem Parenchym der Balgdrüsen ähnliches Gewebe (adenoides Gewebe) eingebettet seien. Allein das ist doch nicht der Fall. Denn wenn man die Lymphkörperchen auspinselt, trifft man nicht auf jenes feine Netzwerk, welches in allen Balgdrüsen der Träger dieser Elemente ist, sondern auf gewöhnliche Bindegewebsbündel, aus lockig geschwungenen Fasern zusammengesetzt. Es handelt sich hier also wohl lediglich um ein reichlich entwickeltes und reichlich gefülltes System von Lymphspalten zwischen den Drüsenläppchen und -Bläschen.

Von dem beschriebenen Bilde weichen mitunter die Sublingualdrüsen dadurch ab, dass man vergeblich nach Schleimzellen in den Alveolen sucht: diese sind durchgehends mit kleinen granulirten, rundkernigen Zellen gefüllt. Ich zweifle nach meinen Erfahrungen an der Submaxillaris keinen Augenblick, dass es sich hier nur um verschiedene Functionszustände handelt. Das letztere Bild entspricht ohne Frage einer Drüse, die anhaltend energisch thätig gewesen ist, das erstere einer Drüse nach längerer Ruhe oder doch nur mässiger Thätigkeit.

Die gewöhnlichen Schleimdrüsen der Schleimhäute — ich untersuchte die Kehlkopfs- und Luftröhrendrüsen des Kaninchens, die Lippendrüsen des Kaninchens und des Menschen, die Zungendrüsen des letzteren — nähern sich in ihrem Baue bald mehr der Gld. submaxillaris, bald mehr der Sublingualis;

die Ähnlichkeit mit der letzteren tritt namentlich dann recht hervor, wenn die Bindegewebsspalten zwischen den Drüsenabtheilungen reich an Lymphkörperchen sind. Diese fehlen mitunter fast ganz, in andern Fällen sind sie in sehr grosser Zahl vorhanden.

§. 31. Secretionsbedingungen.

Die Secretion der Gld. sublingualis steht ganz ebenso wie die der Submaxillaris unter dem Einflusse des Nervensystems. Eine gegentheilige Bemerkung von Bidder ist mir nicht verständlich. Wenn dieser Forscher, auf dessen Angaben ja allseitig mit Recht ein grosses Gewicht gelegt wird, ausdrücklich erwähnt, einen Einfluss der Chordafasern nie gesehen zu haben, so kann ich meinerseits versichern, denselben nie vermisst zu haben. Das Secret fliesst freilich bei Reizung des Lingualis Quinti niemals so reichlich, wie das Chorda-Secret der Submaxillaris, aber doch auch nicht in dem Grade langsam, wie das Sympathicus-Secret der letzteren Drüse.

So sicher ich nun auch betreffs der positiven Einwirkung der Chordafasern auf die Gld. sublingualis bin, so unsicher bezüglich des Verhaltens des Sympathicus. In den zahlreichen Fällen, in welchen ich dasselbe prüfte, erhielt ich fast nur negative Ergebnisse. Diesen gegenüber steht aber als ebenso zweifelloses Resultat bei zwei Hunden eine ganz entschiedene Wirkung; bei einem derselben war vor längerer Zeit der Zungenast des Quintus vor Abgang des Drüsenastes getrennt worden, der andere befand sich in vollkommen normalem Zustande. Der Verdacht, dass eine zu tiefe Morphium-Narcose die Versuche, durch den Sympathicus die Thätigkeit der Drüse anzuregen, vereitelt hätte, bestätigte sich bei controlirenden Experimenten nicht. Da ich nicht glauben kann, dass derselbe Nervenstamm bald Secretionsfasern enthalte, bald nicht, möchte ich den Grund der vergeblichen Versuche in den wechselnden Zuständen der Drüse selbst suchen. Die Submaxillaris verliert ihre Fähigkeit, auf Reizung des Sympathicus zu antworten, wenn durch vor-

gängige anhaltende und starke Erregung der Chorda die Schleimzellen der Acini zerstört und durch jungen noch nicht schleimig metamorphosirten Nachwuchs ersetzt sind. Da ich öfters die Gld. sublingualis in einem entsprechenden Zustande auch ohne Reizung der Chorda fand, halte ich es nicht für unmöglich, dass Fälle der Art in meinen Versuchen den Sympathicus wirkungslos erscheinen liessen. Freilich ist jener Zustand der Drüse doch nicht der gewöhnliche, während die Unwirksamkeit des Sympathicus ausserordentlich viel häufiger war als seine Wirksamkeit.

Kehren wir jetzt zu dem Verhalten der Drüse bei Reizung der Chordafasern zurück. Dasselbe weicht in einigen Puncten von dem Verhalten der Submaxillaris ab..

Die schwächsten Inductionsströme, welche für die letztere Drüse ausreichen, um lebhaften Speichelausfluss hervorzurufen, sind für die Sublingualis oft noch nicht genügend; die Stromstärke muss nicht ganz unbedeutend über jenes Maass hinausgehen. Weiter ist die Sublingualis nicht so ausdauernd, wie die Submaxillaris; meistens versagt sie früher ihren Dienst, während die Nachbarin so erstaunlich lange in ihrer ergiebigen Thätigkeit verharrt. Die Triebkräfte, welche den Speichel in die Drüsenräume treiben, scheinen für die Sublingualis geringer zu sein als für die Submaxillaris; ich sage, sie scheinen, denn einen vollständig vorwurfsfreien Beweis dafür würden die folgenden auf die Ermittlung dieser Verhältnisse gerichteten Versuche nur dann geben, wenn gewisse Voraussetzungen als sicher gelten könnten, die nur wahrscheinlich, nicht streng erwiesen sind.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt: Eine zweischenklige U-förmige Röhre, in ihrer untern Hälfte mit Quecksilber gefüllt und mit einer Millimeter-Ablesung versehen, wurde mit zwei Gummischläuchen, diese mit Glascanülen in Verbindung gesetzt, der ganze Raum der beiden Röhrenschenkel über dem Quecksilber, ferner die Schläuche und Canülen mit Wasser gefüllt und letztere in die Gänge der Gld. submaxillaris und sublingualis eingesetzt. Darauf wurde die Chorda gereizt,

um zu sehen in welcher Drüse der Druck bei der Speichelsecretion überwiegend war. Es stellte sich stets heraus, dass das Quecksilber in dem Submaxillaris-Schenkel sank, in dem Sublingualis-Schenkel stieg, bis zu einer Niveaudifferenz von (höchstens) 50 Mm. Quecksilber. Daraus würde geschlossen werden können, dass der Secretionsdruck in der Gld. submaxillaris um 50 Mm. höher ist als der Druck in der Sublingualis, wenn die Filtrationsverhältnisse in beiden Drüsen die gleichen wären. Die Beschaffenheit der beiderseitigen Secrete — von dem der Sublingualis wird weiter unten die Rede sein — macht es aber wohl zweifellos, dass der Submaxillarspeichel leichter durch die Gänge filtrirt als der Sublingualspeichel. Wir können also nur sagen, dass bei einem Überdrucke von 50 Mm. auf Seiten der Gld. Submaxillaris in beiden Drüsen ebensoviel secernirt, als durch die Wände der Gänge filtrirt wurde. In jedem Falle ist so viel klar, dass die grössere Triebkraft auf Seiten der Submaxillaris liegt, wenn auch auf das Wieviel des Überwiegens, das die obigen Zahlen ausdrücken, kein grosses Gewicht gelegt werden darf. Es ist wohl zweckmässig, hier ein Versuchsbeispiel einzuschalten.

Hund No. XXXVI. Reizung des Ram. lingualis Quinti vor Abgang des Drüsenastes.

Zustand des Nerven.	Zeit.	Schlittenstand.	Druckdifferenz zu Gunsten der Submaxillaris.
Beginn der Reizung	9^h 13′	24	—
	19′	—	40
Pause bis . . .	21′	—	Schnelles Sinken
Reizung von . .	21′	—	—
	22′	—	50
	24′	20	49
Pause	25′	—	40
	27′	—	20
	29′	—	15
Reizung	29′	20	—
	30′	—	50
	31′	18	50

Die grösste erreichbare Druckdifferenz war also 50 Mm. In den Reizungspausen sank das Quecksilber in dem Sublingualis-Schenkel schnell und stieg in dem Submaxillaris-Schenkel, was sich nur durch eine schnellere Filtration in den Gängen der letzteren Drüse erklären lässt. Beiläufig bemerkt kam ich in einem zweiten Versuche bei einem andern Hunde genau zu demselben Maximalwerthe des Überdruckes (50 Mm.) für die Submaxillaris.

Nachdem der obige Versuch so weit gediehen war, entfernte ich den Gummischlauch von dem Submaxillaris-Schenkel, um die U-förmige Quecksilberröhre als einfaches Manometer für die Sublingualis zu gebrauchen. Nach wiederholter Reizung gelangte ich zu einem Maximaldruckwerthe von 36 Mm.; in den Zwischenpausen zwischen den einzelnen Reizungen sank das Manometer nicht, zum Beweise, dass bei diesen Druckwerthen eine Flüssigkeitsfiltration durch die die Hohlräume in der Sublingualis begrenzenden Wandungen noch nicht stattfand. Dass jener Werth von 36 Mm. dem wirklichen Secretionsdrucke in der Sublingualis entspricht, möchte ich deshalb aus dem obigen Versuche noch nicht folgern, weil die Drüse zweifellos durch die vorhergehenden Versuche gelitten hatte, und weil das Manometer ziemlich weit war, ein bei der Sparsamkeit der Absonderung der Sublingualis für die Druckbestimmung offenbar ungünstiges Moment. Ich habe noch nicht Zeit gefunden, die Versuche unter günstigeren Bedingungen zu wiederholen.

Zum Schlusse dieses Paragraphen bleibt noch zu erwähnen übrig, dass die Sublingualis auch die Erscheinung der »paralytischen« Secretion zeigt. Einige Zeit nach Durchschneidung des Quintus-Zungenastes beginnt sie eine continuirliche Secretion von freilich sehr geringer Ergiebigkeit.

§. 32. Beschaffenheit des Secretes.

Der Sublingual-Speichel ist eine ganz ungemein zähe Masse, die den Namen einer Flüssigkeit kaum verdient. Sie ist von anderer Beschaffenheit als der gallertige Sympathicus-Speichel der Submaxillaris. Der letztere verdankt seine geléeartige Con-

sistenz neben gelöstem Mucin auch der Anwesenheit zahlreicher gequollener Schleimballen. Den ersteren kann ich in Bezug auf seinen Aggregatzustand nur mit der zähen Masse der Frosch-Eierstöcke im Frühjahre vor dem Laichen vergleichen. Die weissliche Trübung des Submaxillar-Speichels fehlt stets; die Masse ist vollkommen glashell und durchsichtig. Das Mikroskop zeigt in ihr in der Mehrzahl der Fälle sehr reichliche amöboide Körperchen.

Während der Dauer eines sich über Stunden erstreckenden Versuches ändert der Speichel seine zähe Beschaffenheit nicht sichtlich; die Zahl der amöboiden Körperchen aber pflegt zu steigen. Auch der »paralytische« Speichel der Sublingualis besitzt nahezu die Zähigkeit des normalen Chorda-Speichels dieser Drüse; von dem »paralytischen« Submaxillar-Speichel ist er also sehr verschieden. Nur der sehr reiche Gehalt an amöboiden Zellen bildet einen Vergleichspunct zwischen beiden.

Die Reaction des Sublingual-Speichels ist alkalisch, sein Gehalt an festen Bestandtheilen beiläufig 2,75 %.

Die vorliegenden Mittheilungen sind nur fragmentarischer Natur. Da ich aber nicht weiss, wann ich zur Fortsetzung der Untersuchungen an der Sublingualis gelange, habe ich sie trotzdem nicht zurückhalten mögen.

Literatur,

welche in der obigen Abhandlung benutzt ist.

E. BECHER und C. LUDWIG, Mittheilung eines Gesetzes, welches die chemische Zusammensetzung des Unterkiefer-Speichels beim Hunde bestimmt. Henle und Pfeuffer Ztschr. N. F. I. 278. 1851.

CL. BERNARD, Leçons de physiologie experimentale. T. II. Cours du semestre d'été. 1855. Paris 1856.

— Du role des actions réflexes paralysantes dans le phénomène des secretions. Robin journal de l'anatomie et de la physiologie. 1864. p. 507.

F. BIDDER, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1866. S. 321.

CZERMAK, Beiträge zur Kenntniss der Beihilfe der Nerven zur Speichelsecretion. Sitzb. der math.-naturw. Classe der kais. Akad. der Wissensch. Jahrg. 1857. Bd. XXV. S. 3.

C. ECKHARD, Über die Unterschiede des Trigeminus- und Sympathicus-Speichels der Glandula submaxillaris beim Hunde. Beitr. zur Anatomie und Physiologie. Bd. II. p. 207. 1860.

FEHR, Über die Exstirpation sämmtlicher Speicheldrüsen beim Hunde. Diss. Giessen 1862. Meissner's Jahresb. für 1862. p. 255.

GIANUZZI, Versuche über die Speichelsecretion. Ber. der K. Sächs. Ges. der Wissensch. zu Leipzig. 27. Nov. 1865.

J. HENLE, Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen. Braunschweig 1866.

W. KRAUSE, Über die Drüsennerven. Henle und Pfeuffer Ztschr. 3. R. XXI. 90; XXIII. 46. Vorl. Mitt. Gött. Nachr. 1863. 9. Sept. Nr. 18. 1864. 15. Juni. Nr. 10.

KÜHNE, Lehrbuch der physiol. Chemie. I. 1866.

LUDWIG, Neue Versuche über die Beihülfe der Nerven zur Speichelsecretion. Henle und Pfeuffer Ztschr. f. rat. Med. N. F. I. 255. 1851.

PFLÜGER, Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866.

B. REICH, Disquisitiones microscopicae de finibus nervorum in glandulis salivalibus. Vratisl. 1864.

H. SCHLÜTER, Disquisitiones microscopicae et physiologicae de glandulis salivalibus. Vratisl. 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. I.

Fig. I. Submaxillaris des Kaninchens, in Alkohol erhärtet, durch Glycerin durchsichtig gemacht. Vergr. 230.

Fig. II. Submaxillaris des erwachsenen Hundes im Normalzustande. Alkohol, Carminfärbung, Glycerin. Vergr. 230.

Fig. III. Submaxillaris des erwachsenen Hundes nach mässig starker Reizung der Chorda. Behandlung und Vergr. wie Fig. II.

Tab. II.

Fig. IV. Submaxillaris des erwachsenen Hundes im normalen Zustande. Behandlung wie oben. Vergr. 350.

Fig. V. Submaxillaris des erwachsenen Hundes nach anhaltender, sehr starker Reizung der Chorda. Vergr. 350.

Tab. III.

Fig. VI. Normale Submaxillaris des Schafes. Alkohol, Glycerin. Vergr. 350.

Fig. VII. Submaxillaris des Schafes nach längerer Chorda-Reizung. Alkohol, Glycerin. Vergr. 350.

Fig. VIII. Sublingualis des Hundes. Alkohol, Glycerin. Vergr. 230. Die Lymphkörperchen zwischen den Acinis sind zu spitzeckig gezeichnet.

Fig. IX. Submaxillaris der Katze. Alkohol, Glycerin. Vergr. 230.

Fig. X. Verästelte, fast glashelle Lamellen aus der Submaxillaris der Katze, wie sie wahrscheinlich die Membrana propria der Acini bilden, *a.* auf der Fläche liegend, *b.* auf der Kante stehend. Die verdickte Stelle in *b.* entspricht dem Orte des Kernes. Vergr. 300.

Fig. XI. Aus dem Sympathicus-Speichel des Hundes: *a.* in ihrer Form erhaltene Schleimzellen der Acini; *b.* stark gequollene Schleimzellen, in der Umwandlung in formlose Schleimklumpen begriffen. Vergr. 300.

Tab. IV.

Fig. XII. Submaxillaris eines Hundes von 3 Tagen. Alkohol, Glycerin. Vergr. 350.

Fig. XIII. Durch Iodserum isolirte Schleimzellen aus der normalen Submaxillaris eines erwachsenen Hundes. Vergr. 350.

Fig. XIV. Durch Iodserum isolirte Aggregate von Randzellen (»Halbmonde«), ebendaher. Vergr. 350.

Fig. XV. Durch Iodserum isolirte Zellen aus einer Submaxillardrüse des Hundes nach langer Chordareizung. Vergr. 350. Vgl. §. 17.

Fig. XVI. Randplatten aus derselben Drüse.

Fig. XVII. In der Entwickelung begriffene Schleimzellen, ebendaher.

Fig. XVIII. Speichelkörperchen aus dem Secrete der Unterkieferdrüse nach langer Reizung: *a.* ruhend; *b.* in amöboider Bewegung begriffen; *c.* mit Vacuolenbildung.

Fig. XIX. Zellen aus dem Secrete der Submaxillaris des Hundes nach 24stündiger Unterbindung des Ausführungsganges.

II.

Die Innervation der Parotis.

Von

Felix Nawrocki.

Conrad Rahn (Henle's Ztschr. f. rat. Med. Neue Folge I. 1857. p. 285—292) fand, dass die Nervenfasern, welche beim Kaninchen die Secretion der Glandula parotis direct bewirken, in zwei Bahnen liegen, nämlich: *a*) im Ramus tertius trigemini, *b*) im Nervus facialis (soweit derselbe im Canalis Fallopiae eingeschlossen ist). Die intracranielle Reizung des Facialis erregt Speichelfluss, nachdem dieser Nerv tief innerhalb des Foramen stylomastoideum durchschnitten worden ist. Nach Ausreissung des Facialis (aus dem Foramen stylomastoideum) und Excerebration erfolgte auf Reizung des Trigeminus ein starker Speichelfluss. Der einzige rückläufige Nerv scheint nach Rahn der Nervus glossopharyngeus zu sein und derselbe scheint nur auf den Facialis reflectorisch einzuwirken.

Claude Bernard (Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris 1858) gibt an (p. 155), dass nach Durchschneidung des Facialis bei seinem Austritte aus dem Schädel die Absonderung der Parotis nicht aufhöre; dagegen hört dieselbe auf, sobald man den Facialis in der Schädelhöhle (nach der Fodera'schen Methode) durchschnitten hatte. — Es müssen also Fädchen, die an die Parotis gehen, sich vom Facialis während seines Verlaufes im Os petrosum abtrennen. — Den Nervus petrosus superficialis major schliesst Claude Bernard aus, da nach der Exstirpation des Ganglion sphenopalatinum die Parotis nichts destoweniger secernirte. — Es muss also

der Nervus petrosus superficialis minor sein, der sich in das Ganglion oticum einsenkt; und in der That, wie Cl. Bernard kurz darauf bewiesen hatte, hört die Parotis, nach Ausreissung dieses Ganglions auf zu secerniren.

Pag. 160 unten sagt Cl. Bernard l. c.: »Quand on excite le grand sympathique dans la région du cou, cette excitation agit, en effet, sur la sécretion des glandes *parotide* et sousmaxillaire.« Er war also der Erste, der die Einwirkung des Sympathicus auf die Parotis beobachtet hatte.

J. M. Schiff (Lehrbuch der Muskel- und Nervenphysiologie. Lahr 1858—1859. p. 394 sq.) sah die Parotis stark secerniren, wenn er den Facialis im Meatus auditorius internus mechanisch reizte. Was den Trigeminus anbetrifft, so sagt dieser Forscher p. 395: »Wohl habe ich nach mechanischer Reizung seiner (des Trigeminus) Wurzeln starken Speichelfluss gesehen, aber es ist hier fraglich, ob nicht die Nervi petrosi mit gereizt werden.« Als den Nerven, der die Parotis reflectorisch zur Secretion veranlasse, sieht auch Schiff den Glossopharyngeus an, da nach Durchschneidung beider Glossopharyngei die Einbringung übelschmeckender Substanzen in die Mundhöhle keinen Speichelfluss erzeuge, wogegen nach Reizung des centralen Endes des durchschnittenen Glossopharyngeus bei Kaninchen (Rahn) und Katzen (Schiff) eine vermehrte Absonderung in der Parotis erfolge. — Der Speichelfluss hört auf, wenn man den Facialis so vollständig als möglich aus dem Schädel herauszieht. Die Secretion kann dann (trotz der angeblichen noch fortbestehenden Wirkung des Trigeminus) weder durch in den Mund gebrachte übelschmeckende Substanzen noch durch directe Reizung des Glossopharyngeus bethätigt werden. — Die Speichelabsonderung besteht nach Durchschneidung des Facialis im Foramen stylomastoideum; sie hört dagegen auf, wenn man denselben Nerven in der Schädelhöhle (Bernard) durchschneidet oder das Ganglion geniculatum (Schiff) exstirpirt. Die Zweige des Facialis für die Speicheldrüsen gehen also von demselben bereits in der Schädelhöhle ab, für die Parotis ist es nicht die Chorda, wie Rahn vermuthet (dagegen ist sie für die Submaxil-

laris und Sublingualis, wie LUDWIG, BERNARD, SCHIFF, HEIDENHAIN, nachgewiesen haben N.). — SCHIFF schliesst sich an CL. BERNARD an und behauptet, dass die Fasern für die Parotis in der Bahn des Nervus petrosus superficialis minor verlaufen. Er legte bei Katzen und Kaninchen beiderseits reichlich secernirende Speichelfisteln an; sobald das Ganglion oticum exstirpirt wurde, konnte er durch Einbringung übelschmeckender Substanzen, Essig u. a. m. in den Mund keine Absonderung mehr erzeugen. Er ging noch weiter und durchschnitt in mehreren Fällen die Nervi petrosi ohne Beeinträchtigung des Quintus und Facialis, die Drüse hörte auf zu secerniren. — Die Parotidenabsonderung hört auf nach Durchschneidung des Auriculotemporalis nach seinem Abgange vom dritten Quintusaste. — Wenn man nach Durchschneidung der Nervi petrosi im Felsenbein den dritten Ast des Quintus hoch oben am Schädel reizt, so entsteht starke Secretion. — So weit SCHIFF.

J. CZERMAK (Kleine Mittheilungen aus dem physiologischen Institute in Pest. Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1860. Bd. XXXIX. p. 526) beweist die Einwirkung des Facialis auf die Parotis auf eine sinnreiche und dazu sehr einfache Weise. Der vom Rumpf getrennte Kopf eines Kaninchens wird halbirt und enthirnt, der Ductus Stenonianus angeschnitten und auf die eröffnete Stelle desselben ein Stückchen rothes Lacmuspapier aufgedrückt. Während der Reizung des Facialis im Meatus auditorius internus mit Inductionsströmen entsteht auf dem Lacmuspapier ein sich vergrössernder blauer Fleck durch den aufgesaugten stark alkalischen Speichel.

C. ECKHARD (Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Dritter Band. 1863. p. 49) legte Canülen in den Ductus Whartonianus und Stenonianus ein und erhielt auf reflectorischem Wege Speichel aus beiden Drüsen. Hierauf trepanirte derselbe das Thier und überzeugte sich nach ausgeführter Trepanation von dem Unverletztsein der Nervenwege, welche jenen beiden Secretionen vorstehen. Essig in die Mundhöhle des Thieres gebracht gab abermals Speichel aus beiden Drüsen. Hierauf durchschnitt er den Nervus facialis in der Schädelhöhle. Eine

abermalige Reizung der Mundschleimhaut ergab nur noch Speichelabsonderung in der Parotis, nicht in der Glandula submaxillaris. — Die Angaben RAHN's, dass beim Kaninchen die Nervenbahnen für die Secretion in der Parotis sowohl im Facialis als auch Trigeminus verlaufen, prüfte ECKHARD in Bezug auf den Esel und den Hund, und ist dabei zu der Erfahrung gelangt, dass bei diesen Thieren der Nervus facialis Nichts mit der Secretion in der Glandula parotis zu thun habe. Er hat an mehren Hunden und zwei Eseln den Nervus facialis unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Foramen stylomastoideum gereizt, ohne jemals eine vermehrte Speichelsecretion gesehen zu haben. (ECKHARD's Erfahrungen bestätigen also die übereinstimmenden Angaben RAHN's, CL. BERNARD's und SCHIFF's. N.) In allen Fällen überzeugte sich ECKHARD nachträglich am getödteten Thiere, dass alle Fäden des Facialis zur Reizung gekommen sind. Die vom Trigeminus kommenden und in die Drüse gehenden Zweige sind Aestchen vom Nervus auriculotemporalis. — Unter Hinweisung auf ARNOLD's Handbuch der Anatomie, erinnert ECKHARD, dass alle vom Facialis kommenden Zweigelchen, welche sich in die Parotis einsenken, daselbst nicht enden, sondern nur durch die Substanz der Drüse hindurchsetzen. — Nach ECKHARD ist es wahrscheinlich, dass auch beim Menschen die Parotis ihre Nerven vom Trigeminus beziehe. Hierfür soll namentlich der Umstand sprechen, dass man bei Neuralgien des Nervus trigeminus reichlichen Speichelfluss aus dem Ductus Stenonianus beobachtet haben will, wovon ihm Hr. Dr. MOSLER neulich zwei von ihm selbst gesehene Fälle mitgetheilt hatte.

Eine klare Darstellung des über die Innervation der Speicheldrüsen Bekannten findet der Leser in J. SETSCHENOW's Physiologie des Nervensystems, pag. 432—451, die unter dem Titel: »Fiziologija nerwnoj sistemy« in Petersburg 1866 in russischer Sprache erschienen ist. Das die Parotis Betreffende, p. 449—451, führe ich in deutscher Uebersetzung an: »Von den Secretionsnerven der Parotis ist bis jetzt nur einer aufgefunden: Petrosus superficialis minor, der einen Ast des Facialis bildet. Diese

Entdeckung gebührt z. Th. LUDWIG und RAHN, z. Th. CL. BERNARD. Die Ersteren thaten beim Kaninchen die Existenz absondernder Nervenfasern für die Parotis in den Wurzeln des Facialis dar, und der Letztere zeigte, dass diese Fasern durch den Stamm des Petrosus superficialis minor der Drüse zugeführt werden. — Der Versuch LUDWIG's besteht in Folgendem: beim Kaninchen wird der Ductus Stenonianus blossgelegt und durchschnitten; man nimmt die Excerebration des Thieres vor; die Umgegend des Speichelganges wird gereinigt, getrocknet und mit Stückchen Filtrirpapiers bedeckt; wenn man nun die Wurzeln des Facialis in der Schädelhöhle elektrisch reizt, so beginnt der Speichel aus dem geöffneten Ductus Stenonianus zu fliessen und macht die Papierstückchen nass. — Die Bahnen der Secretionsnerven bestimmte näher CL. BERNARD durch folgende Versuche. Nachdem sich dieser Forscher einerseits überzeugt hatte, dass nach Ausreissung des Facialis sammt seinen Wurzeln die Speichelabsonderung in der Parotis nicht mehr auf reflectorischem Wege erregt werden kann, andererseits dagegen, dass nach Durchschneidung der Chorda tympani in der Paukenhöhle wohl diese in ihrer Integrität besteht, war hiermit bewiesen, dass die Secretionsfasern vermittelst eines der Nervi petrosi vom Stamme des Facialis abgehen. Die Ausreissung des Ganglion sphenopalatinum wies ihre Anwesenheit im Petrosus minor nach, da die reflectorische Speichelabsonderung nach Vernichtung des Ganglions, das die Fasern des Petrosus major aufnimmt, fortbestand. Nicht zufrieden mit diesem negativen, stellte CL. BERNARD auch das positive Experiment an. — Da die Fasern des Petrosus minor hinter dem Ganglion oticum mit denen des Auriculotemporalis verschmelzen und von da nach der Drüse hineingehen, so reizte CL. BERNARD, um seine Vermuthung weiter zu prüfen, das peripherische Ende des durchschnittenen Auriculotemporalis und erhielt in der That Speichelabsonderung in der Parotis. Wenn wir dem oben Erwähnten noch beifügen, dass die Parotiden die Eigenschaft haben, während der Kaubewegungen in Thätigkeit zu gerathen, so ist hiermit Alles erschöpft, was wir über die Innervation dieses Organes wissen. —

Diese Eigenthümlichkeit der Parotiden ist bis jetzt unaufgeklärt; doch jedenfalls beruht dieselbe nicht auf mechanischem Drucke, den der M. masseter auf die Drüse ausübt, denn elektrische Erregung dieses Muskels führt keinen Speichelausfluss aus dem Ductus Stenonianus herbei.«

ECKHARD (Notiz die Speichelsecretion betreffend. Henle's Ztschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII, p. 120) fand beim Pferde, wenn er den obern Stumpf des (vor seiner Anlegung an den Vagus) isolirten Sympathicus reizte, dass die Parotis (im Vergleich zu dem bei Reizung der Trigeminusäste secernirten) einen dicken Speichel in ziemlicher Menge secernirte; darin sah er helle stark lichtbrechende Molecüle, dagegen nicht die im Sympathicusspeichel der Submaxillaris von ihm beschriebenen Protoplasmaklümpchen. — Beim Hunde erhielt er unter denselben Umständen keine Absonderung des Parotidenspeichels.

v. WITTICH (Ueber den Einfluss der Sympathicusreizung auf die Function der Glandula parotis. Virchow's Archiv. Bd. XXXVII, p. 93—100) theilt speciell seine Versuche mit, die er bei Schafen und Kaninchen über die Einwirkung des Sympathicus auf die Absonderung der Parotis angestellt hatte. Bei Schafen nahm er die Operation an der rechten Seite vor, da linkerseits Vagus und Sympathicus bereits sehr hoch oben so innig mit einander verschmelzen, dass eine anatomische Sonderung, also auch die isolirte Reizung des einen unmöglich ist. (In einem Falle durchschnitt er daher Vagus und Sympathicus linkerseits und reizte alsdann den gemeinschaftlichen centralen Stumpf und zwar mit demselben Erfolge auf die Thätigkeit der Glandula parotis.) In den freigelegten und eröffneten Ausführungsgang der Parotis wurde stets eine rechtwinklig nach oben gebogene Glasröhre von 25 Cmt. Höhe eingelegt und durch eine Ligatur fixirt. — Während nun die Reizung der Mundschleimhaut (durch Chlornatrium oder Acidum aceticum), in einem Falle auch elektrische und mechanische Reizung des Ramus lingualis Trigemini nur eine sehr allmähliche Speichelsecretion einleitete, erfolgte schon bei Zerrung des Sympathicus, um vieles deutlicher aber bei elektrischer Tetanisirung desselben

(mittelst du Bois' Schlittenapparat) ein ungemein rapides Zufliessen, so dass meistens nach kaum einer Minute nicht nur die ganze Glasröhre gefüllt war, sondern der Speichel überströmte. Gewöhnlich überdauerte die so gesteigerte Secretion den Reiz noch ein paar Minuten lang, bevor die Flüssigkeitssäule im Glasrohr zum Stillstehen kam. — Reizte v. Wittich dagegen das centrale Ende des isolirten und vorher durchschnittenen Vagus, so erfolgte selbst bei völligem Übereinanderschieben der Spiralen des Inductionsapparates und trotz der heftigsten tetanischen Bewegung der Kaumuskeln nie eine sichtliche Vermehrung der Speichelsecretion.

Versuche an Kaninchen gaben im Ganzen dasselbe Resultat; auch bei ihnen wurde eine fein ausgezogene Glasröhre in den freigelegten Speichelgang gelegt, in deren rechtwinklig nach oben gebogenen Theil der Speichel bei Tetanisirung des Sympathicus ungemein schnell anstieg, und noch einige Minuten im Steigen blieb, nachdem mit der Reizung des Nerven aufgehört wurde; weder periphere Reizung der Trigeminusbahn noch elektrische Reizung des Ramus lingualis zeigte je einen so rapiden Erfolg. Das Secret war dünn und klar.

Um den directen Einfluss des Sympathicus auf den secretorischen Apparat nachzuweisen, machte v. Wittich folgenden Versuch bei einem Kaninchen. Nachdem er sich von der Wirksamkeit der Sympathicusreizung überzeugt hatte, wurde das Thier durch subcutane Injection einer Lösung von Morphium aceticum schwach narcotisirt, das Abdomen eröffnet und hierauf die Vena portae unterbunden. — Nach wenigen Secunden bereits erbleichten die Ohren wie die Conjunctiva palpebrarum, die Temperatur sank merklich und schnell, während die venösen Gefässe des Abdomen's von Blut strotzten, und schon nach 5 bis 10 Minuten traten alle jene die Hirnanämie begleitenden Krämpfe auf. Bei Reizung des Sympathicus stieg der Speichel in der Glasröhre, ja, als bereits die Krämpfe vorüber waren,

das Thier völlig leblos dalag, liess sich der Einfluss des Nerven auf die Secretion noch nachweisen.

Während eine schwache Narcose keinen merklichen Einfluss auf die Speichelabsonderung ausübe, scheint das Morphium bei einer vollständigen Narcose die Secretion beschränkend, auf die Secretionsnerven lähmend einzuwirken; denn in diesem Falle konnte v. Wittich bei Kaninchen, Hunden und Katzen weder durch Reizung der Innenfläche des Mundes mit Kochsalz und Essigsäure noch durch elektrische Reizung des Halssympathicus eine Secretion der Parotis erzielen.

Auf die Versuche mit einem Hunde und einer Katze will v. Wittich keinen zu grossen Werth legen, da die profuse Speichelabsonderung während der Chloroformwirkung (diese Thiere wurden vor der Morphiumeinspritzung chloroformirt) möglicherweise eine Erschöpfung der secretorischen Function nach sich zog, hingegen zwei Versuche an Kaninchen schienen die obige Behauptung zu rechtfertigen.

v. Wittich stellte auch zwei Versuche (bei einer Katze und einem Kaninchen) an Thieren an, die mit Curare vergiftet waren und bei denen man künstliche Respiration eingeleitet hatte. Er sah, dass, während sich der Einfluss des Sympathicus auf die Pupille und Gefässmusculatur noch lange erhielt, die Drüsennerven sehr viel früher ihre Functionsfähigkeit einbüssten. (F. Bidder, Experimentelle und anatomische Untersuchungen über die Nerven der Glandula submaxillaris. Reichert's Archiv. 1866. pag. 321 sq. behauptet, dass der Facialisast der Gl. submaxillaris vom Curare gar nicht beeinflusst wird.)

v. Wittich gelangt zu folgenden Schlüssen:

1) Dass ein ähnliches Verhältniss, wie es zwischen dem Sympathicus und der Submaxillardrüse bekannt ist, für die Parotis nicht besteht; dass die Thätigkeit der letzteren durch Reizung jenes, weit entfernt beschränkt zu werden, im hohen Grade gesteigert wird; dass jener also ein Secretionsnerv für die Drüse ist.

2) Dass die Umstände: »dass bei grosser Blutarmuth, ja selbst bei bereits erfolgter Anämie, die Reizung des Nerven

seine Wirksamkeit behält; dass ferner die vasomotorische Function des Sympathicus nach Curarevergiftung sich länger erhält als seine secretorische;« dafür sprechen, dass letztere nicht als eine indirecte durch Modification der Blutfülle wirkend, sondern als eine directe aufzufassen sei.

C. ECKHARD (Experimentalphysiologie des Nervensystems. Giessen 1866.) sagt beim Nervus trigeminus, p. 172 und 173: »Was die Secretion in der Ohrspeicheldrüse anlangt, so ist bezüglich des Nervus trigeminus festgesetzt, dass der dritte Ast desselben und insbesondere sein Ramus auriculotemporalis Zweige zu diesem Zwecke in die Drüse schickt. Ich selbst habe am Hund und am Esel jene Zweige mit Erfolg gereizt. — Diese Beobachtungen sind mit den schon vor mir von RAHN unter LUDWIG am Kaninchen angestellten in Übereinstimmung, nach welchen die elektrische und chemische Reizung des gesammten Trigeminusstammes in der Schädelhöhle vor seinem Eintritt in das Tentorium von einer Speichelsecretion in der Glandula parotis begleitet ist. Unabhängig von RAHN, wie es scheint, hat auch BERNARD dieselbe Erfahrung gemacht. Und endlich erzählt die Nervenpathologie gleichfalls von lebhaften Speichelsecretionen, welche bei heftigen Neuralgien des Trigeminus einzutreten pflegen.« Pag. 185 sagt ECKHARD: »Dass dagegen der Lingualis durch Mithilfe des Gehirns die Speichelsecretion reflectorisch anzuregen vermag, geht daraus hervor, dass Erregung seines centralen Stumpfes die Speichelsecretion in der Parotis einleitet. Nach einer Angabe von v. WITTICH (cf. oben l. c.) soll jedoch die auf diese Art bewirkte Absonderung gering sein und nur langsam von Statten gehen.

Beim Facialis sagt ECKHARD p. 188: »Später ...... fand RAHN, dass Reizung des Facialis in der Schädelhöhle die Speichelabsonderung in der Glandula submaxillaris und auch in der Parotis (wenigstens beim Kaninchen) bewirkt. Endlich fand ich beim Hunde, dass der Facialis nach seinem Austritt aus dem Foramen stylomastoideum keine Absonderung in der Parotis bewirkende Fäden mehr abgibt, dass ferner die directe Reizung der Chorda Speichelsecretion in der Unterkieferdrüse hervorruft,

und endlich, dass man nach durchschnittenem Nervus facialis noch auf reflectorischem Wege die Speichelabsonderung in der Parotis hervorrufen kann.«

Pag. 190 steht: »Reizten LUDWIG und RAHN den centralen Stumpf des durchschnittenen Nervus glossopharyngeus bei nicht excerebrirten Thieren, so erhielten sie lebhafte Speichelsecretion, welche durch den Trigeminus und Facialis vermittelt wurde. Nach den Continuitätstrennungen der letzteren blieben jene Wirkungen aus. Wir finden also hier eine ähnliche Function, wie sie oben für den Ramus lingualis nervi trigemini gemeldet wurde. Der Glossopharyngeus scheint aber den Trigeminus in dieser Beziehung zu übertreffen.«

Beim Sympathicus, p. 297, führt ECKHARD an, dass er beim Pferd, und v. WITTICH beim Schafe durch Reizung des Sympathicus die Parotis zur Secretion angeregt haben.

C. ECKHARD sagt in seiner neuesten Mittheilung (Beiträge zur Lehre von der Speichelsecretion. Henle's Ztschr. f. rat. Med. Dritte Reihe. XXIX, 1, p. 74—87), dass beim Schafe die Parotis stetig secernire, dass diese stetige Secretion nicht unter dem Einflusse eines Gehirnnerven, ja überhaupt nicht unter dem irgend eines ausserhalb der Drüse entspringenden Nerven stehe, dass der Einfluss der Reizung des Sympathicus ein ganz vorübergehender sei, über dessen Natur man noch streiten könne, da es fraglich hier bleibe, ob das schnelle Verschwinden der anfänglich vermehrten Entleerung von einer sich rasch erschöpfenden Erregbarkeit des gereizten Nerven herrühre oder seinen Grund darin habe, dass die fraglichen Nervenfasern nur das Secret ausdrücken.

v. WITTICH (Parotis und Sympathicus. Virchow's Archiv. XXXIX, 1, p. 184—188) widerlegt durch schlagende Versuche die Ansicht ECKHARD's über die Wirkung des Sympathicus auf die Parotis des Schafes. Während aus dem freigelegten Ductus Stenonianus (linkerseits) des Schafes während der Ruhe der Drüse in einer Minute 7—8 Tropfen in maximo ausflossen, erschienen deren 12 in 10 Secunden, ein andermal 7 in 15 Secunden bei Reizung des Sympathicus.

Es wurde ferner ein Manometer in den Ductus Stenonianus eingeführt; während der Ruhe stieg die Druckhöhe auf 90 bis 91 Mm., Reizung des Sympathicus steigerte den Secretionsdruck auf 202—249 Mm. (Speichel).

Über die andere Behauptung ECKHARD's: »die Secretion beim Schafe sei continuirlich und stehe überhaupt nicht unter dem Einflusse irgend eines Gehirnnerven«, wenn sie auch meinen Erfahrungen an andern Thierarten (s. unten) widerspricht, will ich mich vorläufig nicht näher aussprechen, da ich bis jetzt noch nicht die Gelegenheit hatte, an Schafen dergleichen Versuche anzustellen, und ECKHARD ausdrücklich und mit vollem Rechte lediglich eine experimentelle Prüfung seiner Angaben fordert.

Nachdem ich die Angaben meiner Vorgänger ausführlich mitgetheilt habe, will ich über meine Experimente, die ich grösstentheils während des vorigen Wintersemesters in Breslau angestellt habe, Näheres*) berichten. Ich stellte mir die Aufgabe, an Hunden, Katzen und Kaninchen nachzuweisen, welche Nerven die Speichelabsonderung in der Parotis beeinflussen.

Den Angaben bewährter Forscher gemäss durfte ich nächst dem Sympathicus auch den Auriculotemporalis berücksichtigen. — Nach CL. BERNARD, SCHIFF und Andern soll die elektrische Reizung des letztgenannten Nerven Speichelabsonderung in der Parotis bewirken. — Ich lasse die Beschreibung meiner Operationsmethode (um den Auriculotemporalis blosszulegen) so wie eine Auswahl von Experimenten vorangehen.

Die Operation wurde an Hunden und Katzen in folgender Weise ausgeführt. Ich lege zuerst den M. digastricus maxillae in seiner ganzen Länge bloss, isolire diesen von den übrigen Muskeln, unterbinde doppelt (um etwaiger Blutung vorzubeu-

---

*) Eine kurze Mittheilung meiner Erfahrungen über die Innervation der Parotis habe ich bereits in No. 45 der Warschauer Medicinischen Zeitung (Gazeta Lekarska) den 29. April (11. Mai) 1867 gegeben.

gen), schneide ihn zwischen den beiden Ligaturen durch, präparire ab und schlage den hintern Theil desselben zurück. Weiter dringe ich (neben dem Zungenbein) bis an den Gelenkkopf des Unterkiefers; dieses geschieht am besten ohne Beihilfe schneidender Instrumente; einige kleine Blutgefässe müssen mitunter unterbunden werden, um sich leichter in die Tiefe hineinarbeiten zu können; der M. pterygoideus internus (namentlich sein hinterer Rand) wird rein präparirt und, nachdem man vermittelst eines stumpfen Häkchens denselben emporgehoben, werden seine Fasern eine nach der andern vorsichtig durchschnitten, bis der N. alveolaris sammt lingualis blossliegt; beinahe rechtwinklig zu der Richtung dieser Nerven verläuft der N. auriculotemporalis, gewöhnlich von einer Vene bedeckt; man entfernt nun vorsichtig das Bindegewebe und holt den Auriculotemporalis vermittelst eines Häkchens empor. Sobald man einen Faden unter dem Nerven durchgeführt hat, ist die weitere Isolirung und Durchschneidung desselben leicht ausführbar.

Bei Kaninchen ist wegen der versteckten Lage des Auriculotemporalis die Trennung des Unterkiefers in der Mittellinie und eine leichte Luxation desselben nach aussen kaum zu umgehen. Hierzu genügt ein kleines (keilförmig zugeschnittenes) Stück Schwamm zwischen die getrennten Vordertheile des Unterkiefers hineinzupressen.

Die für die Speichelgänge entsprechenden Canülen habe ich mir selbst aus Glas verfertigt. Um die Einführung derselben in die mitunter sehr engen Speichelgänge kleinerer Thiere zu erleichtern, schliff ich das Ende der Canülen schräg zu (wie bei den LUDWIG'schen Injectionscanülen). Wenn man den Ductus salivalis nur blosslegt (ja denselben vom darunterliegenden Gewebe nicht abpräparirt), ihn anschneidet oder ansticht, so wird man die schräg zugeschliffene Canüle selbst in den engsten Gang leicht einführen können.

A. Experimente an Hunden.

I. Den 23. October 1866. Hund schwach mit Aether narcotisirt, der Auriculotemporalis blossgelegt und durchschnitten;

bei elektrischer Reizung des peripherischen Endes des Auriculotemporalis floss aus dem Ductus Stenonianus heller Speichel in reichlicher Menge. Reizung des centralen Endes des gemeinsamen Vagus-Sympathicusstammes gab keinen Speichel.

II. Den 25. October 1866 wurde das Experiment mit demselben Erfolge an einem jungen Hunde angestellt. Der Sympathicus wurde in diesem Falle vom Vagus bis an's Ganglion cervicale superius isolirt; Reizung des centralen Endes des (isolirten) Sympathicus gab keinen Speichel.

III. Den 2. November 1866. Ein mittelgrosser Hund wurde durch Einspritzung von Morphium muriaticum in die Jugularvene narcotisirt, die Canüle in den Duct. Stenonianus eingebunden und die letztere mit einem Manometer in Verbindung gebracht. Bei Reizung des Auriculotemporalis stieg der Secretionsdruck auf 105 Mm. Hg. Nach 2 Stunden Pause secernirte die Drüse viel hellen Speichels auf Reizung des Auriculotemporalis. Es wurde nun der Sympathicus vom Vagus, wie im Versuch II. isolirt, der Erfolg war auch diesmal negativ.

IV. Den 30. Januar 1867. Bei einem (mit Morphium narcotisirten) Hunde wurde der Auriculotemporalis präparirt und durchschnitten. Sowohl mechanische (Zerrung mit einer Pincette) als elektrische Reizung des peripherischen Endes des genannten Nerven rief eine profuse Absonderung hellen, dünnen Speichels hervor. Nach 2 Stunden wurde der gemeinschaftliche Vagus-Sympathicusstamm am Halse durchschnitten; bei Reizung des centralen Endes wurde Speichel in spärlicher Menge secernirt. Derselbe wurde allmählich trüb und enthielt nebst Molecularkörnchen auch Speichelkörperchen*) in ziemlicher

---

*) Wenn auch der Sympathicusspeichel etwas dicker zu sein schien, als der während der Reizung des Auriculotemporalis secernirte, so waren die Unterschiede der Wirkung beider Nerven nie so ausgesprochen, wie es bei der Submaxillaris der Fall ist; beim Kaninchen (s. unten), wo die Sympathicusreizung reichliche Secretion nach sich führt, ist (auch in diesem Falle) der Speichel dünn und klar und lässt sich kaum von dem durch Reizung des Auriculotemporalis erzeugten unterscheiden. — Ich wollte bloss die Beobachtung der Speichelzellen im Secret der Parotis anmerken; da es

Menge. Nach abermaliger Reizung des Auriculotemporalis zeigte sich heller Speichel in reichlicher Menge. Der Hund wurde durch Anschneiden der Carotiden getödtet; als das Blut aus der Schlagader nicht mehr hervorquoll, folgte nach dem Zerren (vermittelst einer Pincette) und nachträglichem Ausreissen des Auriculotemporalis eine deutliche Speichelabsonderung nach.

V. Den 4. Februar 1867. An einem (durch Morphium narcotisirten) Hunde wurde Auriculotemporalis und Glossopharyngeus präparirt. Bei Reizung des centralen Endes des Glossopharyngeus wurde (mehrmals hintereinander) reichlicher Speichelfluss beobachtet; nach Durchschneidung des Auriculotemporalis wurde die Reizung des Glossopharyngeus erfolglos.

VI. Den 5. Februar 1867. An einem weiblichen (durch Morphium narcotisirten) Hunde wurde der Auriculotemporalis präparirt und durchschnitten. Es wurde ferner der gemeinschaftliche Vagus-Sympathicusstamm am Halse blossgelegt und durchschnitten; während der Reizung des centralen Endes des letztgenannten Nerven erschien deutlicher Speichelfluss in nicht allzugeringer Menge.

VII. Den 7. Februar 1867. An einem grossen (durch Morphium narcotisirten) Hunde wurde Auriculotemporalis, Glossopharyngeus und Lingualis (Trigemini) blossgelegt. Reizung des centralen Endes des Lingualis war ohne Erfolg; Reizung des centralen Endes des Glossopharyngeus rief Speichelabsonderung hervor. — Es wurde nun der Auriculotemporalis möglichst rein präparirt (der bessern Einsicht halber schnitt man den Alveolaris sammt Lingualis unmittelbar vor dem Eintritt des erstern in das Foramen alveolare internum durch), die Nervenfädchen, die von aussen kamen und sich an den Stamm des Auriculotemporalis anlegten, wurden eins nach dem andern durchschnitten und jedesmal (nach der Durchschneidung) ver-

---

zunächst mein Plan war, über die Secretionsnerven in's Klare zu kommen, habe ich die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Parotidenspeichels nur wenig berücksichtigt.

sucht, ob Reizung des Glossopharyngeus Speichelfluss erzeuge. Die Reizung des letztgenannten Nerven war wirksam (auch) nach der Durchschneidung der Chorda tympani, nicht mehr dagegen sowie ein Ästchen, das aus der Gegend des Ganglion oticum an den Auriculotemporalis herantrat, durchschnitten worden war. — Die postmortale Präparation wies nach, dass der Ursprung des Auriculotemporalis intact geblieben ist.

B. Experimente an Katzen.

I. Den 26. October 1866. Bei einer Katze wurde um 10 Uhr der Auriculotemporalis blossgelegt und durchschnitten, die Reizung des peripherischen Endes desselben erzeugte starke Secretion der Parotis; dasselbe wurde um 11 Uhr von neuem constatirt; um 3 Uhr wurde der Sympathicus am Halse präparirt und nach Isolirung vom Vagus durchschnitten; die Reizung des centralen Stumpfes gab reichliche Speichelabsonderung.

II. Den 5. November 1866. Bei einer kleinen Katze wurden, nach vorgängiger Durchschneidung der Chorda, Canülen in die Ausführungsgänge der Parotis, Submaxillaris und Sublingualis eingeführt; während der Reizung des isolirten Sympathicus secernirten alle drei Drüsen, am stärksten die Submaxillaris.

III. Den 6. November 1866. Bei einer Katze wurde der Auriculotemporalis blossgelegt und durchschnitten, die Reizung desselben rief Speichelabsonderung in der Parotis hervor. Der Sympathicus derselben Seite wurde ohne sichtbaren Erfolg nachher gereizt. — Auf der andern Seite wurden (nach vorgängiger Durchschneidung der Chorda) Canülen in den Parotis- und Submaxillarisgang eingeführt und der Sympathicus präparirt; die Reizung dieses Nerven wirkte nur schwach auf die Parotis, dagegen stark auf die Submaxillaris. Schliesslich wurde der Glossopharyngeus (auf der letztgenannten Seite) präparirt; die Reizung des centralen Endes desselben rief starken Speichelfluss hervor.

IV. Den 29. November 1866. Bei einer grossen Katze

wurde auf der einen Seite der Auriculotemporalis, auf der andern der Sympathicus präparirt; elektrische sowohl als mechanische Reizung des Auriculotemporalis regte in der Parotis reichliche Speichelabsonderung an; desgleichen wirkte der Sympathicus sowohl auf die Parotis, als auch auf die Submaxillaris.

V. Den 28. Januar 1867. Bei einer Katze wurden (nach vorgängiger Ausschneidung des Lingualis sammt Chorda) Canülen in die drei Speichelgänge eingeführt und der Sympathicus blossgelegt; auf Reizung desselben secernirten reichlich die Submaxillaris und die Sublingualis, dagegen nur schwach die Parotis.

VI. Den 29. Januar 1867. Bei einer Katze wurden Auriculotemporalis, Sympathicus, Glossopharyngeus und Lingualis präparirt und eine Canüle in den Ductus Stenonianus eingeführt. Die Reizung des centralen Endes des Lingualis gab keine, des Glossopharyngeus deutliche Speichelabsonderung. Hierauf wurde der Auriculotemporalis durchschnitten; die isolirte Reizung seines peripherischen Stumpfes rief reichliche Secretion hervor; nachdem der Auriculotemporalis vermittelst einer Pincette aus der Drüsensubstanz herausgerissen wurde, erfolgte auf Reizung des durchschnittenen isolirten Sympathicus eine spärliche, jedoch deutliche Absonderung des Speichels.

VII. Den 13. September 1867. Bei einer grossen Katze wurden Auriculotemporalis, Sympathicus, Lingualis und Glossopharyngeus präparirt. Starke Reizung des Lingualis war ohne Erfolg, dagegen selbst Zerrung des Glossopharyngeus rief Speichelfluss hervor. Dessgleichen erhielt man auf directem Wege Absonderung in der Parotis durch Reizung des Auriculotemporalis und Sympathicus.

VIII. Den 14. September 1867. Bei einer kleinen Katze wurde Sympathicus auf beiden Seiten präparirt; nach vorgängiger Durchschneidung des Lingualis (beiderseits) wurden auf der einen Seite in den Parotis- und Submaxillarisgang, auf der andern in den Sublingualisgang Canülen eingeführt; Reizung des Sympathicus gab schwache Absonderung in der Parotis und Sublingualis, starke in der Submaxillaris.

Ausserdem wurden Versuche am halbirten Katzenkopfe (cf. unten die analogen Experimente an Kaninchen) angestellt; trotz starker Kaubewegungen während der Reizung des Trigeminus erschien kein Speicheltropfen in der im Ductus Stenonianus liegenden Canüle, dagegen bei Reizung des Facialis wurde in mehren Fällen die Absonderung einiger Tropfen beobachtet.

C. Experimente an Kaninchen.

I. Den 4. August 1866. Bei einem grossen Kaninchen wurde der Sympathicus am Halse präparirt und Canülen in den Ductus Stenonianus und Whartonianus eingeführt. Während der Reizung des Sympathicus secernirte die Parotis reichlich, die Submaxillaris nur schwach.

Dieser Versuch wurde an drei andern Kaninchen mit demselben Erfolge wiederholt.

II. Den 15. December 1866. Bei einem Kaninchen wurde der Auriculotemporalis präparirt und eine Canüle in den Duct. Stenonianus eingeführt. Die isolirte Reizung des peripherischen Endes des durchschnittenen Auriculotemporalis erzeugte reichliche Absonderung in der Ohrspeicheldrüse. Hierauf wurde der Sympathicus blossgelegt und durchschnitten; derselbe zeigte sich ebenfalls wirksam.

Dieser Versuch wurde an zwei andern Kaninchen mit demselben Erfolge wiederholt.

III. Den 20. Februar 1867. Bei einem Kaninchen wurde eine Canüle in den Ductus Stenonianus eingeführt, mit einem starken Messer der Kopf vom Rumpfe getrennt, die Kopfhaut durchschnitten und etwas abpräparirt, das Schädeldach gerade in der Mittellinie durchsägt und die Halbirung vermittelst eines Rachiotoms vollendet. Nach Entfernung des Gehirns wurde zunächst der Trigeminus elektrisch gereizt, keine (in einigen wenigen Fällen schwache) Absonderung; auf Reizung des Facialis hingegen im Meatus auditorius internus erfolgte constant eine deutliche Speichelabsonderung.

Dieser Versuch wurde mehr denn ein Dutzendmal mit demselben Erfolge wiederholt.

IV. Den 6. August 1867. Bei einem Kaninchen wurde der Sympathicus, Lingualis und Glossopharyngeus präparirt. Reizung des centralen Stumpfes des Lingualis gab keine, des Glossopharyngeus jedesmal deutliche Absonderung. Reizung des Sympathicus rief reichlichen Speichelfluss hervor. RAHN hat zuerst richtig hervorgehoben, dass der Lingualis keinen Speichelfluss in der Parotis reflectorisch anrege; ich habe dieses Factum auch bei Kaninchen ausnahmslos bestätigt.

Wir wollen die Ergebnisse unserer Versuche näher erwägen. Sie bestätigen zunächst für Hund, Katze und Kaninchen die Angaben CL. BERNARD's, dass die Reizung des peripherischen Endes des durchschnittenen Auriculotemporalis Speichelfluss in der Parotis hervorrufe; sie zeigen ferner, dass die Einwirkung des Sympathicus auf dieselbe Drüse, die von ECKHARD beim Pferde, von v. WITTICH beim Schafe und beim Kaninchen beobachtet wurde, auch für Katze und Hund seine Geltung habe. Ich habe zwar trotz zahlreicher Versuche an Hunden nur zweimal eine deutliche Einwirkung des Sympathicus auf die Parotis beobachtet; da ich gerade an Hunden diese Untersuchung begonnen habe, erhielt ich lange Zeit nur negative Resultate; ich stand jedoch von dem weitern Verfolgen dieser Angelegenheit desshalb nicht ab, da es mir von vornherein nicht wahrscheinlich war, dass die Parotis, was die Innervation anbetrifft, den andern Speicheldrüsen sich nicht analog verhalten sollte. Die Beobachtung ECKHARD's am Pferde (wiewohl er selbst am Hunde nur negative Resultate erhalten hatte), sowie die schönen Versuche v. WITTICH's an Schafen und Kaninchen bestärkten mich in meiner Ansicht und machten die Fortsetzung dieser Versuche zu meinem dringenden Verlangen. — Ich wiederhole es, dass ich am Hunde die Einwirkung des Sympathicus auf die Parotis nur zweimal deutlich beobachtet habe, ich hoffe jedoch, dass der Leser, eingedenk der Bedeutung, die in solchen Angelegenheiten wenige positive Resultate selbst einer Menge negativer gegenüber haben, für den Hund keine exceptionelle Stellung

verlangen, sondern mir beistimmen wird, wenn ich auch bei dieser Species den Sympathicus der Speichelsecretion in der Parotis vorstehen lasse. — Da man beim Hunde den Sympathicus vom Vagus nur schwer isoliren kann, so habe ich in der Regel die Reizung am centralen Stumpfe des gemeinsamen Vagus-Sympathicus vorgenommen. Ich muss hier anmerken, dass ich die Angaben OEHL's (in Betreff der Submaxillaris cf. Comptes rendus LIX, p. 336—338; Centralblatt f. med. Wiss. 1864. p. 663): »es lasse sich durch (centrale) Reizung des Vagus reflectorisch Speichelabsonderung erzeugen«, nie bestätigt gefunden habe. In Übereinstimmung mit v. WITTICH erhielt ich in diesem Falle auch für die Parotis constant negative Resultate; ich kann also die durch Reizung des gemeinsamen Sympathicus-Vagusstammes hervorgerufene Secretion der Parotis nur dem Sympathicus zuschreiben. Dafür spricht nicht nur die Analogie der Submaxillaris (und Sublingualis beim Hunde), sondern auch die positiven Resultate, die ich an der Parotis der Katze und des Kaninchens erhalten habe. (Wie bei den Versuchen an Katzen angegeben ist, wirkt der Sympathicus auch auf die Sublingualis ein; dasselbe habe ich bei Reizung des gemeinsamen Vagus-Sympathicusstammes auch beim Hunde beobachtet, in einem Versuche, den Hr. Prof. HEIDENHAIN in Gegenwart des Hrn. Prof. AUBERT aus Rostock angestellt hatte.) Nach den Beobachtungen ECKHARD's am Pferde, v. WITTICH's an Schafen und Kaninchen, ist es wohl als erwiesen zu betrachten, dass der Sympathicus der Speichelbildung in der Parotis vorstehe.

Nächst dem Sympathicus ruft auch die Reizung des Auriculotemporalis Speichelabsonderung in der Parotis hervor. Woher stammen aber die Secretionsfasern ab, ob vom Trigeminus, dessen Theil der Auriculotemporalis ist, oder vom Facialis, der vermittelst des Petrosus superficialis minor und Ganglion oticum Fasern dem genannten Nerven zuschickt. — RAHN, der beim Kaninchen die Ursprünge des Trigeminus und Facialis intracraniell gereizt hatte, behauptet, beide genannten Nerven stehen der Speichelabsonderung in der Parotis vor. — CL. BERNARD, der zuerst die schwierige Operation der Reizung des Auriculo-

temporalis bei Hunden ausgeführt hatte, giebt an, die Secretionsfasern werden dem Auriculotemporalis ausschliesslich vom Facialis vermittelst des Petrosus superficialis minor und Ganglion oticum zugeführt. — CL. BERNARD hat nach Entfernung des Ganglion sphenopalatinum keine Einwirkung, dagegen nach Exstirpation des Ganglion oticum Sistirung der Speichelabsonderung in der Parotis beobachtet. — SCHIFF sah das letztere sowohl nach Exstirpation des Ganglion oticum als nach Durchschneidung des Petrosus superficialis minor (in der Schädelhöhle). — CZERMAK hat am halbirten Kaninchenkopfe die Parotis während der Reizung des Facialis im Meatus auditorius internus secerniren gesehen. Meine Versuche weisen auch die Betheiligung des Facialis an der Speichelbildung in der Ohrspeicheldrüse nach. — Dieses unterliegt nun keinem Zweifel mehr; es bleibt zu entscheiden, ob auch vom Trigeminus Secretionsfasern an die Parotis abgehen. RAHN gibt an, während intracranieller Reizung des Trigeminus Speichelabsonderung in der Parotis beobachtet zu haben; sie war jedoch nicht so reichlich als während der Reizung des Facialis. Ich habe in der Regel entweder gar keine oder in seltenen Fällen nur relativ (sehr) schwache Absonderung während der Reizung des Trigeminus in der Schädelhöhle beobachtet, sowie ich hingegen die Elektroden an den Facialis anlegte, schoss reichlicher Speichel aus der Canüle hervor. — Dieser Umstand, dass man während der Reizung des Trigeminus eine geringe Speichelabsonderung beobachten kann, scheint mir noch kein zwingender Grund zu sein, um neue aus dem Trigeminus herstammende Secretionsfasern anzunehmen, um so mehr, als dieser Erfolg in dem Phänomen der paradoxen Zuckung seine Erklärung findet.

Die Secretionsfasern, die vom Facialis herstammen und in der Bahn des Petrosus superficialis minor und Ganglion oticum verlaufen, legen sich schliesslich an den Auriculotemporalis an und verschmelzen mit demselben; sie werden folgerecht während der Reizung des Trigeminus in der Schädelhöhle in erwähnter Weise mitgereizt. Übrigens glaube ich in meinem Versuche VII. am Hunde direct gezeigt zu haben, dass die Secretionsfasern der

Parotis erst ausserhalb der Schädelhöhle an den Trigeminus, resp. Auriculotemporalis herantreten, um in dessen Bahn weiter zu gehen. — Rahn giebt ferner an, er habe profusen Speichelfluss in der Parotis des Kaninchens beobachtet, wenn er das Ganglion Gasseri mit Acidum nitricum zerstörte; diese Beobachtung hoffe ich auf anatomischem Wege erklären zu können. Der Petrosus superficialis minor, der die Secretionsfasern vom Facialis ab weiter hinführt, läuft beim Kaninchen gerade unter dem Ganglion Gasseri, er wurde also im Rahn'schen Versuche direct von der Salpetersäure getroffen.

Wiewohl hauptsächlich mit dem Studium der Innervation der Parotis beschäftigt, hatte ich dabei Gelegenheit, auch über die andern Speicheldrüsen mich näher zu belehren. Ich glaube, man kann gegenwärtig die Lehre von der Innervation der Speicheldrüsen in folgenden Worten zusammenfassen: »Die drei Speicheldrüsen, Parotis, Submaxillaris und Sublingualis, beziehen ihre Secretionsnerven sowohl vom Sympathicus als auch vom Facialis; vom Facialis werden die wirksamen Fasern der Submaxillaris und Sublingualis in der Bahn der Chorda tympani, der Parotis dagegen in der Bahn des Petrosus superficialis minor zugeführt.«

Warschau, im September 1867.

III.

Untersuchungen über die Natur der Nervenerregung durch kurzdauernde Ströme.

Von

S. Lamansky
aus Petersburg.

Im Sommer 1866 habe ich auf Veranlassung des Hrn. Prof. R. Heidenhain angefangen, im Anschlusse an die werthvollen Untersuchungen von Ad. Fick, über das Verhältniss der Stärke des elektrischen Reizes und der Erregung der motorischen Nerven Versuche anzustellen, welche mich bald zur Bestätigung des Resultates geführt haben, zu welchem der oben genannte Forscher gekommen war.

Durch viele interessante Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde ich angeregt weiter die Natur der Nervenerregung durch kurzdauernde Ströme zu untersuchen, besonders mit der graphischen zeitmessenden Methode, was nothwendig ist, um viele Fragen, welche der genannte Gelehrte aufgestellt hat, zu entscheiden. Aber bevor ich zu diesen Untersuchungen schreiten konnte, musste ich die postmortale Veränderung der Muskelcurve näher durch eigene Versuche bestimmen, deren Resultate im ersten Abschnitte dargelegt sind.

Der zweite Abschnitt enthält die eigentliche Untersuchung über die Natur der Nervenerregung durch kurzdauernde Ströme. Die Resultate dieser Untersuchungen wurden schon von mir in kurzer Zusammenfassung als vorläufige Mittheilung (Centralblatt f. med. Wiss. 1867. 37) publicirt.

Im dritten Abschnitte betrachte ich die Analogie, welche existirt zwischen der Nervenerregung durch den Kettenstrom von kurzer Dauer und der Nervenerregung durch den Inductionsschlag.

Als Zusatz zu diesen Untersuchungen habe ich die Ergebnisse meiner Anfangsversuche über das Verhältniss des elektrischen Reizes und der Erregung der motorischen Nerven ganz kurz zusammengestellt.

Ich bemerke hier, dass diese Untersuchungen im physiologischen Institute zu Breslau mit Unterstützung des Hrn. Prof. Heidenhain während eines fast zweijährigen Zeitraumes ausgeführt worden sind.

Breslau, den 16. Februar 1868.

Erster Abschnitt.

Versuche über die Veränderung der Erregbarkeit beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates.

A. Versuche über die Veränderung der Muskelcurve beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates.

Für die Untersuchungen, von welchen weiter unten die Rede sein wird, ist es nothwendig gewesen, die postmortalen Veränderungen der Muskelcurve noch einmal einer näheren Prüfung zu unterziehen, da, wie es bekannt, die Angaben der früheren Forscher über diesen Gegenstand nicht vollkommen übereinstimmen. Nach den wohlbekannten Untersuchungen von Helmholtz*) verändert sich die Muskelcurve bei der Abnahme der Erregbarkeit in folgender Weise: anfangs werden die senkrechten Ordinaten kleiner, ohne dass sich die horizontalen ver-

*) H. Helmholtz, Messungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven. Müller's Archiv. 1852.

längern; bei noch weiterem Sinken der Erregbarkeit verlängern sich die letzteren.

H. Munk*), der vor einigen Jahren die Veränderung des Erregungsmaximums beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates untersucht, konnte nicht bestätigen, dass die Muskelcurve mit der Abnahme der Erregbarkeit länger wird; er fand in allen seinen Versuchen im Gegentheil, dass die horizontalen Coordinaten mit dem Sinken der Maximalordinaten sich verkürzen. Munk sucht für diesen Widerspruch zwischen seinen Erfahrungen und denjenigen von Helmholtz eine Erklärung zu geben durch die Annahme tetanischer Contractionen, welche sehr oft von einem einzelnen Inductionsschlag hervorgerufen werden können. Ausserdem macht Munk aufmerksam auf die früheren mit Hülfe der Pouillet'schen Methode ausgeführten Versuche von Helmholtz**), über die Zuckungsdauer des Muskels, aus welchen man sieht, dass die Ausschläge des Magneten, welche der Zeit der Zuckungsdauer entsprechen, mit der zunehmenden Ermüdung sehr bedeutend abnehmen.

Aus den erwähnten Untersuchungen von Munk***) ist uns ferner bekannt geworden, dass in der ersten Zeit nach der Trennung des Präparates vom lebenden Körper, wenn die Erregbarkeit ansteigt, die Zeit zwischen Reizung und Beginn der Verkürzung des Muskels (latente Reizung) kürzer wird, die Maximalordinate grösser und die Zeit der Verkürzung und der Verlängerung des Muskels ebenfalls grösser. Später, wenn die Erregbarkeit zu sinken anfängt, wird die Zeit der latenten Reizung grösser, hingegen werden die Maximalordinaten und die Zeit der Verkürzung und der Verlängerung des Muskels kleiner. Diese Veränderung der Zeit der latenten Reizung des Nerven,

---

*) Hermann Munk, Untersuchungen über die Leitung der Erregung im Nerven. Reichert's und E. DuBois-Reymond's Archiv. 1860.

**) H. Helmholtz, Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven. Müller's Archiv. 1850. S. 351 ff.

***) H. Munk, Reichert's und Du-Bois-Reymond's Archiv. 1860. S. 815.

welche mit der Abnahme der Erregbarkeit eintritt, findet eine Bestätigung in den Versuchen von E. Du Bois-Reymond*), welche er bei der Beschreibung seines »Froschunterbrecher« angeführt hat. Aus ihnen sehen wir, dass die Ausschläge des Magneten einer Wiedemann'schen Boussole, welche der Zeit der latenten Reizung des Nerven entsprechen, mit der Zeit zunehmen. In der neueren Zeit hat Marey**) mit seinem Myographion die Natur der Muskelcontraction studirt; er fand wieder, dass der ermüdete Muskel längere Zeit zu seiner Contraction braucht als der frische. Dieser Mangel an Übereinstimmung veranlasste mich, wie gesagt, einige Versuche anzustellen, um genauer den Gang der postmortalen Veränderungen der Muskelcurve kennen zu lernen.

Das Myographion, mit welchem vorliegende Untersuchungen ausgeführt worden sind, ist ein Helmholtz'sches Myographion mit den von Du Bois-Reymond angebrachten Abänderungen. (Vgl. die Beschreibung in v. Bezold's Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 79—88. Taf. I. und II.). Ich will nur hervorheben, dass bei dem Instrumente, mit welchem ich gearbeitet habe, eine Vorrichtung angebracht ist, durch welche die Schreibnadel einen Augenblick vor dem Vorspringen des Daumens an den Cylinder angelegt wird, so dass ich nicht nöthig hatte, bei jedem einzelnen Versuche, wie v. Bezold***), kurz vor dem Vorspringen des Daumens die Schreibnadel selbst mit der Hand an den Cylinder anzulegen.

Der Cylinder drehte sich in allen diesen Versuchen 30 Mal in einer Secunde um seine Axe. Ich habe zwei fast gleiche Cylinder gehabt: der eine hat einen Umfang von 157,1 Mm., der

---

*) E. Du Bois-Reymond, Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektro-physiologischen Zwecken. Berlin 1863. S. 158.

**) Marey, Etudes graphiques sur la nature de la contraction musculaire. Journal de l'anatomie et de la physiologie par M. Robin. 1866. S. 234 ff.

***) v. Bezold, Untersuchungen etc. S. über elektrische Erregungen etc. S. 87.

andere von 158,6 Mm., also entspräche die Länge von 1 Mm. auf der Abscisse bei der angegebenen Geschwindigkeit auf dem ersten Cylinder einem Zeitraume von $\frac{1}{1713}''$, auf dem zweiten $\frac{1}{1756}''$. —

Für die Versuche über die Veränderung der Muskelcurve beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates wurde als Reiz ein Öffnungsinductionsschlag angewandt, zu dessen Auslösung die Wippe des Myographions in den Kreis der primären Rolle des Magnetelektromotors in bekannter Weise aufgenommen wurde. Die Drähte von der secundären Rolle des Magnetelektromotors gingen zu den Zinkdrahtelektroden, auf welche der Nerv aufgelegt wurde, um im Laufe des ganzen Versuches an einer bestimmten Stelle gereizt zu werden. Das Nerv-Muskelpräparat, welches zu diesen Versuchen diente, bestand, wie gewöhnlich, aus dem M. gastrocnemius und dem N. ischiadicus. Um das schnelle Absterben des Nerven zu vermeiden, wurde der letztere mit dem Rückenmark in Verbindung gelassen. In Bezug auf die unipolaren Wirkungen und das Austrocknen des Nerven wurden alle nothwendigen Vorsichtsmaassregeln getroffen. Nach der Entfernung des Präparates vom lebenden Körper wurde der Versuch sofort angefangen. Zwischen den einzelnen Reizungen lagen Pausen von 3—4 Minuten. Auf jedem Cylinder wurden gewöhnlich 4—6 Curven gezogen, eine über der andern, nachher wurden sie auf Gelatinepapier abgeklatscht und mit ganz dünnem Collodium fixirt. Mittelst einer Lupe und einer feinen Örtling'schen Millimetertheilung, in welcher jeder Mm. in 5 Theile eingetheilt war, so dass ich ganz gut ein Zehntel des Millimeters schätzen konnte, maass ich die drei folgenden Werthe: 1) die Strecke zwischen der Reizordinate und dem Anfang der Muskelcurve (latente Reizung); 2) die Maximalordinate der Curve (Contractionshöhe oder Zuckungshöhe des Muskels); 3) die Strecke zwischen dem Anfang der Muskelcurve bis zu ihrem Ende, d. h. bis zum Schnittpunct derselben mit der Abscisse. Bei den Curven, welche sich, wie es unter Umständen geschieht, asymptotisch der Abscisse anschliessen, maass ich die Strecke vom Anfange der Curve bis zu dem Puncte, wo

diese begann parallel mit der Abscisse zu gehen. Die Strecke, wie es sich von selbst versteht, entspricht der Dauer der Verkürzung und Verlängerung des Muskels, — diese Zeit habe ich in meiner vorläufigen Mittheilung*) als Contractionsdauer des Muskels bezeichnet, sie ist nicht zu verwechseln mit der Contractionsdauer, welche MUNK**) in seiner schon erwähnten Untersuchung als buchstäblichen Ausdruck für die Zeit der Verkürzung des Muskels angenommen hat. Ich halte es, um Missverständnissen vorzubeugen, für zweckmässig, der Kürze halber diese Zeit der Verkürzung und Verlängerung des Muskels als Zuckungsdauer zu bezeichnen, wenn ich ferner in diesen Untersuchungen über die Zuckungsdauer und Zuckungshöhe des Muskels sprechen werde.

Ich besitze eine ziemlich grosse Reihe von solchen Versuchen über die postmortalen Veränderungen der Muskelcurve, aus welchen ich mir erlaube, hier einige anzuführen.

2. Versuch. 2. September 1867.

Belastung 25 Grm. Intrapolare Nervenstrecke 3 — 4 Mm. Anfang des Versuches nach der Entfernung des Präparates vom Körper 12′. Pause zwischen den einzelnen Reizungen 3 — 4′.

Versuchs-zahl.	Latente Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	34.0	220.2	8.8
2	33.5	218.8	. ?
3	30.2	246.5	10.0
4	30.0	244.7	10.0
5	30.4	230.5	10.0
6	29.4	224.1	8.4
7	33.5	213.2	8.0
8	34.4	205.7	8.0
9	34.2	198.5	8.0
10	36.8	198.6	8.0
11	36.0	182.5	5.2
12	36.8	180.4	5.2
13	36.4	180.1	5.2

*) Centralblatt f. med. Wissenschaften. 1867. No. 37.
**) MUNK, l. c. S. 813.

6. Versuch. 4. September 1867.

Anfang des Versuches nach der Entfernung des Präparates vom Körper 18′. Belastung 80 Grm. Pause zwischen den einzelnen Reizungen 3—4′.

Versuchszahl.	Latente Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	36.5	224.8	4.9
2	36.8	206.7	4.9
3	36.8	203.4	4.9
4	35.6	202.6	4.6
5	36.0	200.2	4.6
6	35.8	195.4	4.4
7	35.6	194.1	4.0
8	36.0	200.3 (?)	4.0
9	35.4	198.7	3.8
10	36.2	198.7	4.0
11	35.2	198.4	4.0
12	37.0	196.6	3.5
13	37.5	191.1	3.4
14	39.8	188.8	3.4
15	44.2	183.4	3.4

Diese Versuche zeigen uns, dass der Gang der Veränderungen der Muskelcurve beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates, wie schon MUNK beobachtet hat, folgender ist: Anfangs nach der Entfernung des Präparates aus dem lebenden Körper nimmt die Zeit der latenten Reizung ab und die Zuckungshöhe und Zuckungsdauer des Muskels nehmen zu; dann fängt die Zeit der latenten Reizung an grösser zu werden und die Zuckungshöhe und die Zuckungsdauer werden kleiner. Ausserdem sehen wir, dass die Abnahme der Zuckungsdauer und Zuckungshöhe des Muskels eher geschieht als die Zunahme der Zeit der latenten Reizung. Der 6. Versuch wurde schon angefangen, als die Zuckungshöhe ihr Maximum erreicht hatte, während die Zeit der latenten Reizung noch abnahm. Dies beruht auf der Ermüdung des Muskels. Denn in allen Versuchen, wo ich zwei gleich grosse Muskeln mit ungleicher Belastung genommen habe, fiel dieser Unterschied deutlicher aus bei den schwerer belasteten Muskeln.

Ich führe hier einen solchen Versuch an, in welchem ein Muskel von derselben Grösse genommen wurde, wie im Versuche 6. Da er aber nur mit 10 Grm. belastet wurde, sehen wir nicht jenen Unterschied.

7. Versuch. 5. September 1867.

Belastung 10 Grm. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.	Latente Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	30.7	263.0	8.8
2	30.7	263.0	8.8
3	29.3	267.2	8.8
4	32.7	262.6	8.7
5	33.5	258.9	7.8
6	37.7	250.3	7.5
7	38.2 (?)	225.9	6.0
8	37.4	247.7	6.0
9	37.2	?	6.0
10	37.6	244.5	5.8
11	38.5	243.6	5.2
12	39.7	240.8	5.0
13	39.5	238.4 (?)	5.0
14	39.8	248.1	4.8
15	39.8	246.5	4.4
16	41.6	244.4	4.2
17	44.3	246.5	4.2

In dem eben angeführten Versuche hat am Ende die Zuckungsdauer des Muskels wieder zugenommen, weil die Muskelcurve anfing, an ihrem Ende asymptotisch zur Abscisse zu verlaufen. Dieses asymptotische Sinken der Muskelcurve habe ich vielmal Gelegenheit gehabt zu beobachten, und es scheint mir, dass diese Beobachtung eher den erwähnten Widerspruch zwischen den Erfahrungen von Helmholtz und Munk erklären kann, als die Vermuthung von Munk, dass Helmholtz mit den Curven von tetanischen Contractionen zu thun gehabt, da ich selbst sehr oft im Laufe meiner Untersuchungen die Gelegenheit gehabt habe, solche Curven von tetanischer Contraction zu sehen; sie sehen ganz anders aus als gewöhnliche Muskelcurven. Der Muskel in der tetanischen Contraction bleibt längere Zeit

auf dem Maximum der Contraction und dann sinkt die Muskelcurve wie gewöhnlich; die asymptotische Curve im Gegentheil unterscheidet sich von der gewöhnlichen in dem sinkenden Theile, welcher viel länger als gewöhnlich ist.

Ich will noch bemerken, dass diese asymptotische Abnahme der Muskelcurve nicht bei jedem Muskel und nicht zu jeder Zeit eintritt; bei Fröschen, an welchen ich im Herbst experimentirt habe, trat sie fortwährend ein.

Die Angaben dieser Versuche über die postmortalen Veränderungen der Muskelcurve stimmen ganz gut überein mit den Resultaten, welche ich aus ähnlichen Versuchen gewonnen habe, die mit dem zeitmessenden Strom nach der POUILLET'schen Methode ausgeführt worden sind und zu welchen ich jetzt übergehe.

B. Versuche über die Veränderung der Zeit der latenten Reizung und der Zuckungsdauer des Muskels beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates, ausgeführt mit dem zeitmessenden Strom.

Zu diesen Versuchen dienten mir folgende Instrumente: 1) der Froschunterbrecher von DU BOIS-REYMOND, an welchem, um schnelles Austrocknen des Präparates zu vermeiden, eine feuchte Kammer angebracht war.

2) Die WIEDEMANN'sche Spiegelboussole mit 12,000 Windungen. Der Magnet dieses Instrumentes wurde durch einen stabförmigen Magnet astasirt, welcher unterhalb des Consols der Boussole angebracht war.

3) Um den Beginn der Einwirkung des zeitmessenden Stromes auf den Magneten der Boussole mit der Auslösung des Inductionsschlages gleichzeitig zu machen, diente ein Hammer mit doppelter Wippe, welchen Hr. SAUERWALD in Berlin nach der Angabe des Hrn. Prof. HEIDENHAIN verfertigt hat.

Dieser Hammer ist ähnlich dem PFLÜGER'schen Fallhammer, und der Unterschied beruht nur darauf, dass der Hammer beim Fallen auf zwei durch Kammasse von einander isolirte

Wippen schlägt. Die Contactstellen der beiden Wippen konnten vermittelst Mikrometerschrauben auf verschiedene Höhen gebracht werden, und dadurch war es möglich, die beiden Wippen in einem kleinen, nach Belieben variirten Zeitraume hinter einander zu öffnen.

Für unsere Versuche wurden diese Contactstellen auf eine gleiche Höhe eingestellt, so dass die beiden Wippen gleichzeitig geöffnet wurden. Eine Wippe diente als Nebenschliessung zwischen der Kette des zeitmessenden Stromes und der WIEDEMANN'schen Boussole, die andere wurde in den Kreis der primären Rolle des Magnetelektromotors zur Erzeugung des Öffnungsinductionsschlages eingeschaltet. Also wurde beim Aufschlag des Hammers auf die Wippen gleichzeitig ein Öffnungsinductionsschlag ausgelöst und die Einwirkung des zeitmessenden Stromes auf den Magneten der Boussole durch Aufhebung der erwähnten Nebenschliessung eingeleitet; diese Einwirkung des zeitmessenden Stromes auf den Magneten wurde in bekannter Weise durch das Zerreissen der Quecksilberkuppe des Froschunterbrechers im Moment der Muskelcontraction unterbrochen. Also entsprechen die Ausschläge des Magneten, welche vermittelst Fernrohr und Scala in bekannter Weise abgelesen werden, der Zeit der latenten Reizung.

Die oben erwähnte Nebenschliessung zur Boussole reichte nicht aus, um den Strom der Kette vollständig aus dem Boussolenkreise auszuschliessen. Dieser Nebenzweig wurde nach DU BOIS' Methode compensirt, in der Weise, dass vor jedem Versuche der Spiegel auf den Nullpunct eingestellt wurde.

Um zu sicherem Aufschluss über die Constanz des zeitmessenden Stromes (zu dessen Erregung ein kleines GROVE'sches Element diente) während des Versuches zu gelangen, schickte ich vor und nach jedem Versuche vermittelst des Rheochordes einen bestimmten Theil des Stromes durch die Boussole und las die Ablenkung des Magneten bei dauernder Schliessung ab.

Ich muss noch bemerken, dass, um die Störungen des Elektromagneten des Fallhammers für die Boussole zu vermeiden, der eben beschriebene Fallhammer durch eine mechanische

Vorrichtung ausgelöst wurde; aus demselben Grunde wurden auch die Eisenstäbchen aus der primären Rolle des Magnetelektromotors entfernt.

Der Wadenmuskel wurde mit 25 Grm. belastet, von welchen 10 als Belastung und 15 als Ueberlastung angebracht wurden.

Um gleichzeitig mit der Veränderung der Zeit der latenten Reizung beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates die Veränderung der Zuckungshöhe des Muskels zu constatiren, wurde der Hebel des Froschunterbrechers mit dem Schreibhebel des PFLÜGER'schen Myographions verbunden, welches unter ein Tischchen, auf welchem der Froschunterbrecher sich befand, gestellt wurde.

Nachdem der Versuch in der beschriebenen Weise zusammengestellt war, reizte ich den Nerv mit dem Öffnungsinductionsschlag und las die momentane Ablenkung des Magneten ab. Zwischen den einzelnen Reizungen liess ich eine Pause von 3'.

Ich werde hier zwei solche Versuche anführen, in welchen die Zahlen der zweiten Reihe die Ablenkungen in Scalengraden bedeuten, entsprechend den Zeiten der latenten Reizung des Nerven. Die Zahlen der dritten Reihe bedeuten die Grösse der Zuckungshöhe des Muskels in Mm.

3. Versuch. 14. August 1867.

Belastung 25 Grm. Anfang des Versuches nach der Entfernung des Präparates vom lebenden Körper — 10′. Pause zwischen den einzelnen Reizungen 3′. Constante Ablenkung des Magnets vor dem Versuche — 16,40, nach dem Versuche — 16,60.

Versuchs-zahl.	Ablenkungen des Magneten, entsprechend der Zeit der latenten Reizung.	Zuckungshöhe des Muskels.
1	20.50	6.3
2	20.30	6.5
3	20.10	6.1
4	19.20	6.4
5	18.80	6.3
6	19.50	6.0
7	19.90	6.0
8	19.90	5.8
9	20.30	5.7
10	21.00	5.7
11	21.60	5.7
12	21.75	5.4
13	22.70	5.4
14	22.70	5.3
15	22.70	5.2
16	23.60	5.0
17	24.80	4.9
18	23.90 (?)	4.6
19	24.70	4.3
20	25.60	4.0

5. Versuch. 16. August 1867.

Belastung 25 Grm. Anfang des Versuches nach der Entfernung des Präparates vom lebenden Körper — 17′. Pause zwischen den einzelnen Reizungen — 3′. Constante Ablenkung des Magneten vor dem Versuche — 19,50, nach dem Versuche — 17,50.

Versuchs-zahl.	Ablenkungen des Magneten, entsprechend der Zeit der latenten Reizung.	Zuckungshöhe des Muskels in Mm.
1	18.70	5.2
2	16.90	5.0
3	16.30	5.2
4	16.50	5.0
5	16.90	4.8
6	18.80	5.0
7	19.20	5.0
8	18.70	5.0
9	19.30	4.8
10	19.50	4.8
11	20.30	4.8
12	20.50	4.6
13	21.70	4.5
14	22.20	4.4
15	23.50	4.0
16	24.40	3.8
17	25.80	3.6
18	26.40	3.2
19	28.20	2.8
20	30.00	2.5

Aus diesen Versuchen sehen wir, dass die Ablenkungen des Magneten anfangs kleiner werden, dann grösser, die Zuckungshöhen hingegen werden zuerst grösser, dann kleiner. Diese beiden Versuche wurden angefangen, als die Zuckungshöhe schon ihr Maximum erreicht hatte; überhaupt sind bei Überlastung, welche nothwendig ist für die zeitmessende Methode, die Schwankungen der Zuckungshöhe sehr beschränkt.

Ausserdem sehen wir, dass die Zuckungshöhen einige Zeit ganz dieselben bleiben, während die Zeit der latenten Reizung sich verändert; dies beruht gewiss nur darauf, dass die Angaben für die latente Reizung, gewonnen mit den Ablenkungen des Magneten der empfindlichen Boussole, viel feiner sind als diejenigen für die Zuckungshöhen.

Die Versuche über die Veränderung der Zuckungsdauer des Muskels beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates sind in folgender Weise angestellt worden: Die Wippe des Froschunterbrechers war als Nebenschliessung zwischen die Kette des zeitmessenden Stromes und die WIEDEMANN'sche Spiegelboussole eingeschaltet. Diese Nebenschliessung wurde während der Zeit der Zuckung des Muskels aufgehoben, also entsprachen die betreffenden Ablenkungen des Magneten den Zeiten der Zuckungsdauer des Muskels. In diesen Versuchen wurde die Spiegelboussole nur mit einer Rolle von 6000 Windungen angewandt, welche auf 4,5 Cm. vom Magneten entfernt wurde. Die übrigen Versuchsbedingungen waren ganz dieselben, wie in den eben angeführten Versuchen.

Ich führe hier einen solchen Versuch an, welcher uns zeigt, dass die Ablenkungen des Magneten, entsprechend der Zuckungsdauer mit der Grösse der Zuckungshöhe anfangs zunehmen, dann allmählich kleiner werden.

9. Versuch. 20. August 1867.

Anfang des Versuches nach der Entfernung des Präparates vom lebenden Körper — 20'. Belastung 25 Grm. Pause zwischen den einzelnen Reizungen — 3'. Constante Ablenkung des Magneten vor dem Versuche — 17,40, nach dem Versuche — 17,00.

Versuchszahl.	Ablenkungen des Magneten, entsprechend der Zuckungsdauer des Muskels.	Zuckungshöhe des Muskels in Mm.
1	36.60	4.8
2	37.50	4.8
3	37.40	5.0
4	38.40	5.0
5	35.50	5.0
6	32.00	4.6
7	31.30	4.4
8	30.80	3.8
9	26.30	3.0
10	25.80	2.6
11	24.50	2.4
12	23.10	2.0
13	22.70	1.8
14	21.90	1.4

Die nach den zwei verschiedenen Methoden ausgeführten Versuche lehren also, dass 1) sofort nach der Entfernung des Nerv-Muskelpräparates vom lebenden Körper zuerst die Erregbarkeit steigt; diese Steigerung der Erregbarkeit wird ausgedrückt in der Abnahme der Grösse der latenten Reizung des Nerven und Zunahme der Zuckungsdauer und Zuckungshöhe des Muskels, dann 2) dass später die Erregbarkeit anfängt zu sinken, d. h. die Zeit der latenten Reizung wird allmählich grösser und die Zuckungsdauer und Zuckungshöhe immer kleiner.

Zweiter Abschnitt.

Untersuchungen über die Erregung der motorischen Nerven mit galvanischen Strömen von kurzer Dauer.

I. Untersuchungsmethode.

Nachdem wir die postmortalen Veränderungen der Muskelcurve kennen gelernt haben, wenden wir uns zur Untersuchung über die Natur der Nervenerregung durch kurzdauernde Ströme. Es ist offenbar nicht a priori zu entscheiden, ob Ströme von sehr kurzer Dauer als einfacher Reiz oder ob sie unter Umständen als eine Summe zweier Reize wirken, welche dem Entstehen des Stromes im Nerven und seinem Verschwinden entsprechen. Die Aufgabe der nachfolgenden Untersuchung bestand darin, zu ermitteln, unter welchen Bedingungen der eine Fall, unter welchen der andere eintritt. Für diese Aufgabe wird die gewöhnliche Untersuchungsmethode — die Vergleichung der Grösse des elektrischen Reizes des Nerven mit der Zuckungshöhe des betreffenden Muskels, welche auf der Glasplatte des PFLÜGER'schen Myographions aufgeschrieben wird — unzureichend, da es für unsere Untersuchung nothwendig ist, nicht bloss den Grad der Zuckung des Muskels zu kennen, sondern auch den zeitlichen Verlauf der Contraction zu wissen, wozu uns im HELMHOLTZ'schen Myographion ein Mittel gegeben ist.

Zu diesem Zwecke habe ich damit angefangen 1) zu untersuchen, welche Veränderungen die Muskelcurve bei Reizung des Nerven mit Strömen von sehr kurzer Dauer zeigt, wenn die Dauer und Stärke derselben verändert wird, und 2) mit den hierbei gewonnenen Curven diejenigen verglichen, welche Ströme derselben Stärke bei einfacher Schliessung geben. Das letztere war nothwendig, um zu entscheiden, ob die durch die sehr kurzen Ströme gewonnenen Curven einer einfachen, nur durch die Schliessung des Stromes gewonnenen Erregung ihren Ursprung verdanken oder ob sich bei denselben zwei Erregungen summirten. Bevor ich die Ergebnisse dieser Untersuchungen

vorlege, halte ich es für nöthig, die Untersuchungsmethode näher zu beschreiben.

Das Myographion wurde für diese Versuche unter denselben Bedingungen gebraucht, wie bei den Versuchen, welche im ersten Capitel beschrieben sind.

Zur Erzeugung des kurzdauernden Stromes wurde ein Quecksilberunterbrecher nach KRILLE*) benutzt, welchen dieser für seinen Registrirungsapparat auf der Sternwarte zu Altona angewandt hat. Dieser Unterbrecher, wie die hier beigegebene Abbildung (Fig. 1 U) zeigt, besteht aus zwei kleinen, mit seitlichen Öffnungen versehenen und mit Quecksilber gefüllten Gefässen.**) Der untere Theil eines jeden Gefässes besteht aus Hornstücken, in welche ein Glasrohr eingesetzt und ein Platindraht eingekittet ist. Die schmalen in einem seitlichen Ansatzröhrchen befindlichen Öffnungen dieser Gefässe stehen einander in so kleiner Entfernung gegenüber, dass das Quecksilber eine kurze fadenförmige Brücke zwischen beiden Gefässen bildet, ohne auszufliessen. Die beiden Gefässe werden mit den Polen der galvanischen Kette verbunden. So lange der Quecksilberfaden besteht, ist die Kette geschlossen. Wenn man das Quecksilber sorgfältig reinigt, so bleibt in den Gefässen eine Säule von 1 Zoll Höhe stehen. Der Druck derselben reicht aus, um nach Trennung der Quecksilberbrücke durch ein hindurchgeführtes Glimmerblättchen die Communication zwischen beiden Quecksilbermassen mit Präcision wieder herzustellen.

Dieser Unterbrecher wurde in unseren Versuchen zwischen der galvanischen Kette und dem zu reizenden Nerven als Nebenschliessung eingeschaltet.

Da diese Nebenschliessung einen ziemlich grossen Widerstand besass, ging ein schwacher Zweig des Stromes durch den Nervenkreis, so lange in den letzteren nicht noch ein besonderer Widerstand von bedeutender Grösse eingeschaltet

---

*) KARSTEN's Encyclopädie der Physik. Bd. XX. — Angewandte Elektricitätslehre von C. KUHN. S. 1254. Leipzig 1866.

**) Eins von diesen Gefässen ist auf Fig. 1 im Durchschnitt abgebildet.

wurde. Derselbe wurde hergestellt durch eine mit concentrirter Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd gefüllte Glascapillare, nach deren Einfügung eine im Nervenkreise befindliche sehr feine Boussole keine Ablenkung mehr zeigte.

Die hier folgende schematische Abbildung (Fig. 1) wird uns die ganze Anordnung des Versuches anschaulich machen. Der Strom der Kette (K) ging zu dem Rheochord (R), mit welchem die Intensität des reizenden Stromes in bekannter Weise abgestuft wurde; vom Rheochord zum Krille'schen Unterbrecher (U).

Sobald der Unterbrecher durch die zwischen den Gefässen stehende Quecksilberbrücke geschlossen war, kehrte der Strom auf dem nächsten Wege zum Rheochord zurück; war dagegen der Unterbrecher geöffnet, so ging der Strom von dem einen Quecksilbergefäss des Unterbrechers durch den Widerstand (W) und den Pohl'schen Commutator (C) zu dem Nerv (N) und von diesem wieder zu dem Rheochord zurück.

Um die Constanz der Grove'schen Kette während des Versuches genau zu controliren, habe ich für jede Rheochordlänge die betreffende Ablenkung des Magneten einer Wiedemann'schen Spiegelboussole in folgender Weise abgelesen. Ich unterbrach die Communication zwischen beiden Gefässen des Krille'schen Unterbrechers, indem ich durch ein Glimmerplättchen den Quecksilberfaden dauernd trennte. Dann wurde der Commutator, dessen Kreuz herausgenommen war, umgelegt und dadurch (siehe die Fig. 1) statt des Nerven die Boussole (G) in den Kreis eingeschaltet. Das Ausschalten des Nerven aus dem Kreise beim Messen der Stromstärke geschah um zu vermeiden, dass die öftere und längere Leitung des Stromes durch den Nerven die Erregbarkeit desselben veränderte. Es versteht sich von selbst, dass bei dieser Messungsweise alle Widerstände in dem Kreise vom Strome durchsetzt wurden, ausser dem Widerstande, welchen der Nerv sammt den Elektroden darbot. Ich glaube, dass wir bei dem grossen Widerstande der im Kreise befindlichen Glascapillare (W) annehmen konnten, dass die Schwankungen des specifischen Widerstandes des Nerven, welche bei

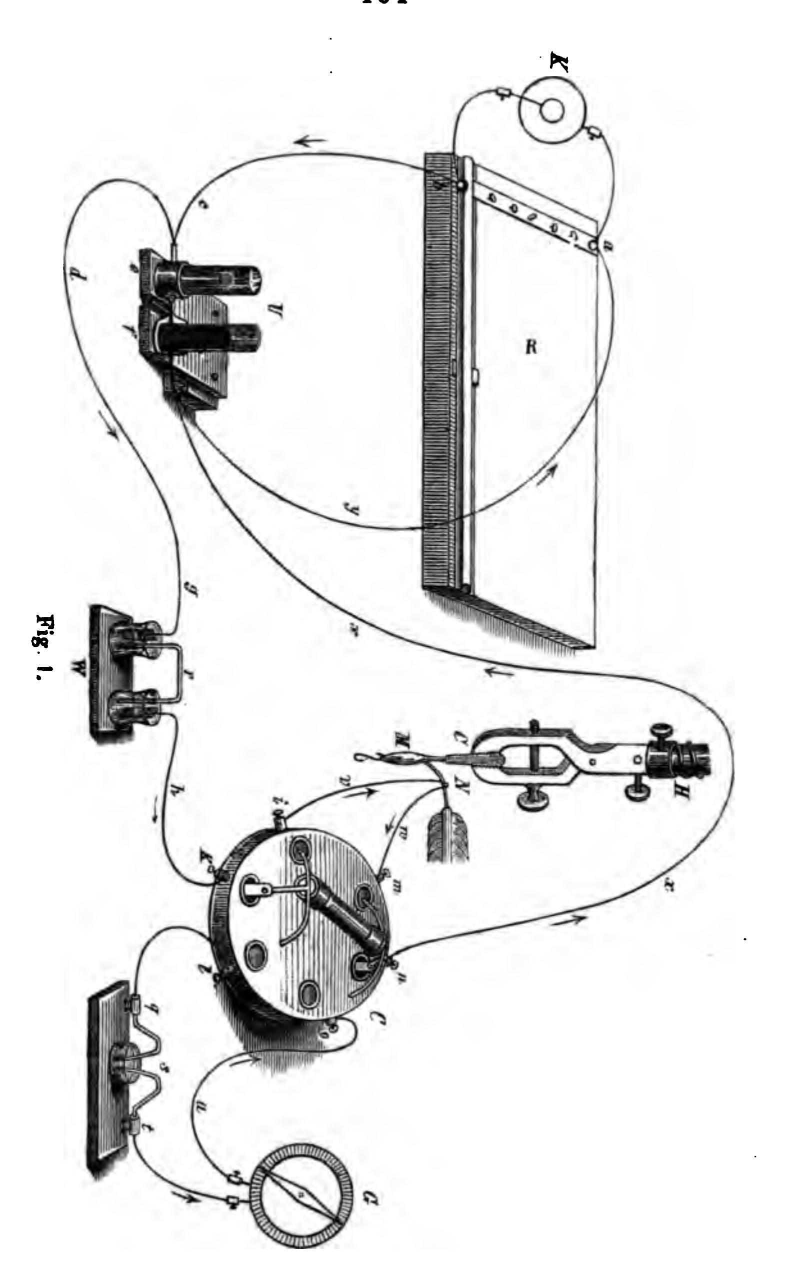


Fig. 1.

seinem Absterben stattfinden, ohne Einfluss auf die Intensität des reizenden Stromes geblieben sind, also der Widerstand des Nervenkreises während des Versuches als constant angesehen werden konnte.

Die WIEDEMANN'sche Spiegelboussole wurde in diesen Versuchen je nach der Zahl der GROVE'schen Elemente mit verschiedener Zahl der Windungen gebraucht.

Die unpolarisirbaren Elektroden bestanden aus amalgamirten Zinkplättchen, welche von einander mit Siegellack isolirt wurden. Auf diese Zinkplättchen wurden mit schwefelsaurem Zinkoxyd durchtränkte Papierbäusche aufgelegt, auf letztere aber passend zugeformte Stücke aus Modellirthon (mit Kochsalzlösung von 1 % durchtränkt).

Das Nerv-Muskelpräparat befand sich in der feuchten Kammer des Myographions. Der Muskel wurde in allen Versuchen mit einem bestimmten Gewicht belastet.

Die Trennung des Quecksilberfadens des Unterbrechers geschah in zwei Versuchsreihen auf zwei verschiedene Weisen.

In einer Reihe, wo ich nur die Veränderung der Zuckungsdauer und Zuckungshöhe des Muskels untersucht habe, wurde der Strom in folgender Weise unterbrochen. Auf den Hammerkopf des PFLÜGER'schen Fallapparates wurde ein Halter eingeschraubt, welcher ein Glimmerblättchen von der Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks (s. Fig. 2) trug. Auf diesem Glimmerblättchen waren in der in der Figur sichtbaren Weise senkrechte Linien als Maasse für die Breite an verschiedenen Stellen gezogen. Der Fallhammer wurde vor dem KRILLE'schen Unterbrecher, welcher auf

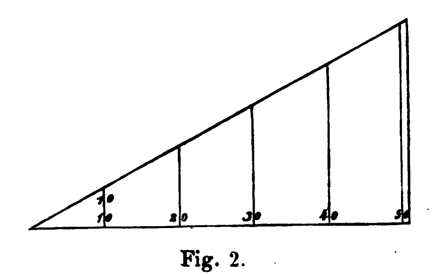


Fig. 2.

einem durchgeschnittenen Holzklotze (Fig. 1) stand, so eingestellt, dass bei seinem Fallen das Glimmerblättchen mit einer bestimmten Linie den Quecksilberfaden des Unterbrechers durch-

schnitt. Der Hammer fiel in allen Versuchen von einer bestimmten Höhe, also entsprachen die verschiedenen Breiten des Glimmerblättchens den Zeiten, während deren der reizende Strom durch den Nerven ging. Sollte der Strom dauernd durch den Nerven geschickt werden, um eine einfache Schliessungsreizung zu erzeugen, so wurde der Hammer in seinem Falle durch einen Holzklotz aufgehalten, nachdem die untere Kante des Glimmerblättchens den Quecksilberfaden passirt hatte, so dass der letztere dauernd getrennt blieb.

Die Auslösung des Fallhammers geschah in folgender Weise. Die Wippe des HELMHOLTZ'schen Myographions wurde in dem Kreise eines DANIELL'schen Elementes eingeschaltet, dessen Strom das Eisen des Fallhammers magnetisch machte; bei der Öffnung der Wippe des Myographions durch den vorspringenden Daumen fiel also der Hammer herunter. Da, wie bekannt, das Verschwinden des Magnetismus im Eisen nicht sofort nach der Öffnung des Stromes geschieht und die Zeit des Verschwindens des Magnetismus mit dem Gebrauch des Instrumentes variirt, so konnte ich in denjenigen Versuchen, wo der reizende Strom vermittelst des elektromagnetischen Fallhammers unterbrochen wurde, nicht die Zeit der latenten Reizung untersuchen. Ich muss noch hervorheben, dass am Eisen des Fallhammers ein Stück dünnes Papier angeklebt wurde, so dass der Hammer mit seinem Kopf nicht unmittelbar das Eisen berührte; dadurch gelang es, die Zeit zwischen der Öffnung der Wippe des HELMHOLTZ'schen Myographions und der Unterbrechung des reizenden Stromes möglichst kurz und wenigstens nahezu constant für alle Versuche zu machen.

Für die Versuche, in welchen die latente Reizung gemessen werden sollte, wurde auf der Wippe des Myographions ein Halter (Fig. 3) angebracht, in welchem ein Glimmerblättchen (Fig. 4) eingeschraubt wurde. Dieses Glimmerblättchen wurde so eingestellt, dass sein oberer Rand dicht unter dem Quecksilberfaden des Unterbrechers stand. Wenn das Glimmerblättchen mit dem Punct α unter dem Quecksilberfaden stand, so wurde fast absolut genau in dem Moment der Öffnung der

Wippe der Unterbrecher auf eine sehr kurze Zeit geöffnet. Die Breite des Glimmerplättchens bei α betrug $1^1/_5$ Mm. und die

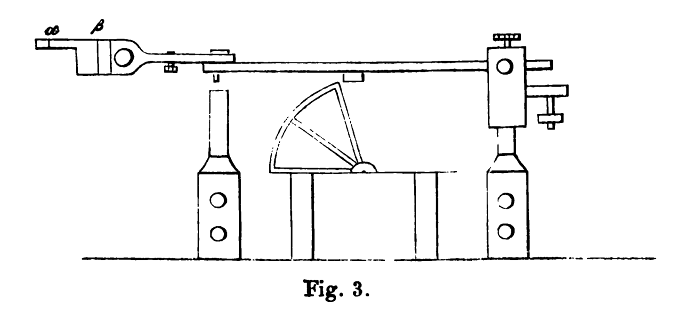


Fig. 3.

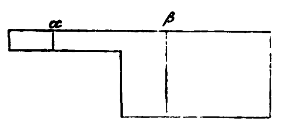


Fig. 4.

Geschwindigkeit, mit welcher das Glimmerblättchen durch den Quecksilberfaden des Unterbrechers ging, war sehr gross, also die Dauer der reizenden Ströme im Nerven ungemein kurz. Wenn das Glimmerblättchen mit dem Punct β unter dem Quecksilberfaden stand, blieb beim Aufschlagen der Myographion-Wippe der Unterbrecher dauernd geöffnet, da der untere Rand des Glimmerblättchens zwischen den beiden Quecksilbergefässen stehen blieb. Jedenfalls wurde beim Aufschlagen der Wippe der Quecksilberfaden mit dem Punct α eher getroffen als mit dem Punct β, da α weiter entfernt von der Axe der Wippe ist als β, aber bei der enormen Geschwindigkeit, mit welcher die Myographion-Wippe gehoben wird, kann dieser Unterschied nur enorm klein sein.

Es gestattet die beschriebene Einrichtung des Versuches 1) die Richtung, 2) die Zeitdauer und 3) die Stärke des kurzdauernden reizenden Stromes zu ändern und die bei dieser Art der Nervenerregung gewonnenen Muskelcurven mit denjenigen zu vergleichen, welche durch die Erregung mittelst einfacher Schliessung des Stromes gewonnen wurden.

II. Untersuchung der Nervenerregung durch kurzdauernde aufsteigende Ströme (Stromstösse, Fick).

A. Abhängigkeit der Nervenerregung von der Stromstärke.

Die Methode, nach welcher die folgenden Versuche angestellt wurden, ist schon in dem letzten Capitel beschrieben. Hier ist zu bemerken, dass jede Versuchsreihe aus einzelnen Versuchen, die in Zeiträumen von 4 — 5 Minuten auf einander folgten, bestand. Es wurde mit einer bestimmten, je nach dem Versuchszwecke gewählten Stromstärke begonnen und bei derselben wurden hinter einander zwei Curven gezogen, — die erste, indem dieser Strom zu einem Stromstosse im Sinne FICK's, die zweite, indem derselbe zu Erregung durch einfache Schliessung benutzt wurde. Dann wurde eine andere Stromstärke genommen und der Versuch in derselben Weise fortgesetzt. Bei der Veränderung der Stromstärke ging ich gewöhnlich allmählich durch die drei Stufen des PFLÜGER'schen Zuckungsgesetzes, zu deren Auffindung ich vor jedem Versuche den reizenden Strom mit der Hand schloss und öffnete. Noch muss ich bemerken, dass in allen folgenden Versuchen die intrapolare Nervenstrecke sehr kurz (3 — 4 Mm.) war, dass überhaupt der Einfluss der Grösse der intrapolaren Nervenstrecke bei Reizung mit kurzdauernden Strömen bis jetzt noch nicht untersucht wurde.

Ich werde hier einige aus einer grossen Reihe ausgewählte Versuche anführen.

49. Versuch. 21. Juni 1867.

6 Grove's. Boussole mit 6000 Windungen, welche vom Magneten auf 6 Cm. entfernt wurden. Stromdauer (nach der Breite des Glimmerblättchens von 50 Mm.) entsprach $^1/_{10}''$. — Intrapolare Nervenstrecke 3—4 Mm. Belastung 25 Grm.

Versuchszahl.		Stromstärke in Rheochordlänge in Mm.	Stromstärke in Boussoleablenkungen in Sc. Gr.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer in Mm.	Zuckungshöhe in Mm.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
	a	—	—	Stoss.	176.8	4.0	
1		1.000	8.00				Schliessungszuckung.
	b	—	—	Schliessung.	181.0	4.0	
	a	—	—	Stoss.	179.1	4.0	
2		4.000	20.70				Schliessungs- u. Öffnungszuckung. Öffnungszuckung ist sehr schwach.
	b	—	—	Schliessung.	178.0	4.0	
	a	—	—	Stoss.	174.0	4.0	
3		9.000	28.60				Schliessungs- u. Öffnungszuckungen sind gleich.
	b	—	—	Schliessung.	173.0	4.0	
	a	—	—	Stoss.	153.3	2.0	
4		12.000	30.90				Öffnungszuckung grösser als Schliessungszuckung.
	b	—	—	Schliessung.	149.5	1.4	
	a	—	—	Stoss.	114.5	0.6	
5		17.000	33.20				Öffnungs- u. Schliessungszuckungen. Schliessung sehr schwach.
	b	—	—	Schliessung.	115.9	0.6	
	a	—	—	Stoss.	keine Zuckung.		
6		20.000	34.40				nur Öffnungszuckung.
	b	—	—	Schliessung.			

59. Versuch. 23. Juni 1867.

8 Grove's. Stromesdauer (nach der Breite des Glimmerblättchens 10 Mm.) entsprach — 0,04″. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.		Stromstärke in Rheochordlänge in Mm.	Stromstärke in Boussoleablenkungen in Sc. Gr.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer in Mm.	Zuckungshöhe in Mm.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
	a	—	—	Stoss.	200.9	4.7	
1		5.00	7.60				nur Schliessungszuckung.
	b	—	—	Schliessung.	204.6	4.8	

Versuchs-zahl.	Stromstärke in Rheo-chordlänge in Mm.	Stromstärke in Boussole-ablenkungen in c. Grm.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer in Mm.	Zuckungs-höhe in Mm.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
2 a	—	—	Stoss.	201.4	4.8	Schliessungs- u. Öffnungs-zuckungen sind gleich.
	2.500	19.10				
2 b	—	—	Schliessung.	200.8	4.7	
3 a	—	—	Stoss.	169.9	1.8	Schliessungszuckung ist grösser als Öffnungs-zuckung.
	9.500	21.50				
3 b	—	—	Schliessung.	183.1	2.3	
4 a	—	—	Stoss.	keine Zuckung.		nur Öffnungszuckung.
	15.500	35.50				
4 b	—	—	Schliessung.			

Diese beiden Versuche wurden mit solchen Stromstärken angefangen, bei welchen schon maximale Schliessungszuckungen entstehen. Aus denselben sehen wir, dass die Erregung durch kurzdauernde Ströme sich verhält wie die Erregung durch blosse Schliessung dieses Stromes. Bei den Stromstärken, welche der ersten und der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechen, sind die Zuckungsdauer und die Zuckungshöhe von beiden Erregungen fast gleich. Wenn die Schliessungszuckung anfängt kleiner zu werden, wird die Erregung durch den Stromstoss auch kleiner, und schliesslich, wenn die Schliessungszuckung ausbleibt, reagirt der Nerv auf den kurzdauernden Strom nicht mehr. Es kann die Vermuthung entstehen, dass dieses Ausbleiben der Zuckungen nur darauf beruht, dass der Nerv an Erregbarkeit sehr eingebüsst hat. Es ist aus den Untersuchungen von Neumann*) bekannt, dass bei gesunkener Erregbarkeit der Nerv auf kurzdauernde Ströme nicht mehr reagirt.

Um diesen Einwurf zu entkräften, werde ich hier noch zwei solche Versuche anführen.

---

*) E. Neumann, Eine Versuchsreihe betr. das Absterben der Erregbarkeit in Muskeln und Nerven. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1864. p. 563.

50. Versuch. 26. Juni 1867.

6 Grove's. Stromdauer entsprach 10 Mm. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromstärke in Rheochordlänge	Stromstärke in Boussoleablenkungen.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	20.000	32.00	Stösse.	keine Zuckung.		nur Öffnungszuckung.
2	15.000	30.00				
3	5.000	20.00				
4	3.000	14.80				
5 a	—	—	Stoss.	132.6	0.8	Öffnungs- u. Schliessungszuckung.
5	2.000	11.50				
5 b	—	—	Schliessung.	150.0	1.2	Schliessung sehr schwach.
6 a	—	—	Stoss.	176.6	3.5	Schliessungs- u. Öffnungszuckungen sind gleich.
6	1.000	7.10				
6 b	—	—	Schliessung.	177.9	3.6	

Dieser Versuch wurde sofort nach der Entfernung des Nerv-Muskelpräparates vom lebenden Körper angefangen und es wurde zuerst eine Stromstärke genommen, bei welcher die Probe mit der Hand nur Öffnungszuckung gab. Wir sehen, dass bei den vier ersten Stromstärken die Zuckungen bei der Reizung mit dem kurzdauernden Strom ausblieben; sie traten bei denjenigen Stromstärken ein, bei welchen die Schliessungszuckung begann.

54. Versuch. 24. Juni 1867.

6 Grove's. Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens von 50 Mm. entsprach 0,1″. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromstärke in Rheochordlänge	Stromstärke in Boussoleablenkungen.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1 a	—	—	Stoss.	235.4	6.6	nur Schliessungszuckung.
1	1.000	7.90				
1 b	—	—	Schliessung.	231.2	6.6	

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheo-chordlänge	Stromstärke in Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
2	a	—	—	Stoss.	236.0	6.5	Schliessungs- u. Öffnungs-zuckung. Öffnungszuckung sehr schwach.
		2.000	12.60				
	b	—	—	Schliessung.	246.0	7.0	
3	a	—	—	Stoss.	141.5	1.0	nur Öffnungszuckung.
		7.000	22.60				
	b	—	—	Schliessung.	keine Zuckung.		
4	a	—	—	Stoss.	keine Zuckung.		nur Öffnungszuckung.
		14.000	27.10				
	b	—	—	Schliessung.			
5		Es wurde die Stromstärke vergrössert durch Ausschalten der Hälfte des Widerstandes in dem Nervenkreise.		Stoss.	194.8	2.6	
				Stoss.	194.6	2.8	

Aus diesen Versuchen sehen wir zuerst, dass der kurzdauernde Strom bei der Stromstärke (Vers. 3), bei welcher die Schliessung mit der Hand keine Zuckung mehr giebt, noch eine Zuckung hervorruft. Sodann bei weiterem Wachsthum der Stromstärke blieb zuerst die Zuckung durch den Stoss aus, später trat sie wieder ein. Diese neu aufgetretene Zuckung ist, wie die Zahlen zeigen, grösser als die letzte Zuckung vor dem Ausbleiben.

Dieses Ausbleiben und Wiederauftreten der Zuckungen bei der Reizung des Nerven mit Strömen von kurzer Dauer hat bekanntlich A. Fick*) zuerst beobachtet. Seine Erklärung dieser Erscheinung ist folgende. Die Erregungswelle, welche bei der Schliessung des aufsteigenden Stromes an der Kathode entsteht, muss die intrapolare anelektrotonisirte Nervenstrecke passiren, bevor sie zum Muskel gelangt. Diese anelektrotonisirte Stelle bietet, wie es aus den Untersuchungen von Pflüger und v. Bezold bekannt ist, einen grossen Leitungswiderstand. Die

*) A. Fick, Untersuchungen über elektrische Nervenreizung. Braunschweig 1864. S. 40.

Stärke der Erregungswellen, welche durch Entstehen des Katelektrotonus und Verschwinden des Anelektrotonus hervorgerufen werden, variiren mit der Dauer und Stärke des Stromes. Fick, sich berufend auf diese Angaben, nimmt an, dass in dem oben erwähnten Falle der Anelektrotonus anfangs langsamer, später schneller als die bei der Schliessung entstehende Erregungswelle wächst, beide als Function der Stromstärke gedacht.

Nach dieser Erklärung, welche das wahre Verhalten zwar zum Theil, aber nicht ganz trifft, müssen wir annehmen, dass in unseren Versuchen (Vers. 54) bei der Stromstärke (Rheochord. 7,000) Vers. No. 3 der Anelektrotonus bei der Stossreizung schon stark genug entwickelt war, um die an der Kathode entstandene Erregungswelle, wenn auch nicht zu vernichten, so doch derart zu hemmen, dass die Zuckung kleiner ausfällt als bei geringerer Stromstärke, während bei der Schliessung und Öffnung desselben Stromes mit der Hand sich der Anelektrotonus schon stark genug entwickelte, um bei seinem Verschwinden eine Zuckung zu erzeugen. Bei der Stromstärke (Rheochord. 14,000) Vers. No. 4 war schon der Anelektrotonus bei der Stossreizung so stark, dass er die Erregungswelle von der Kathode vollkommen hemmte, aber noch zu schwach, um bei seinem Abklingen einen Öffnungsreiz zu erzeugen. Endlich (Vers. 5) reichte die Stärke des Anelektrotonus bei dem Stosse aus, um beide Wirkungen zu haben: die Hemmung der Schliessungsreizung und die Erzeugung einer Öffnungsreizung. Denn die hier auftretende Zuckung kann nur als Öffnungszuckung angesehen werden.

Auf die Fortpflanzung der Erregungswelle von der Kathode zum Muskel hat das Abklingen des Anelektrotonus oder die Entstehung des Öffnungsreizes selbst einen hemmenden Einfluss, wenigstens bei Stössen von der Stärke, bei welcher der Öffnungsreiz anfängt wirksam zu werden; die Zeit der latenten Reizung ist bei solchen Stössen grösser als bei dauernder Schliessung von Strömen derselben Stärke. Ich führe hier einen dies beweisenden Versuch an.

3. Versuch. 2. October 1867.

8 Grove's. Stromdauer enorm kurz. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.		Stromstärke in		Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungs-höhe in Mm.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
		Rheo-chordlänge	Boussole-ablenk-ungen.				
1	a	—	—	Schliessung.	42.8	5.0	nur Schliessungs-zuckung.
		3.00	1.60				
	b	—	—	Stoss.	60.0	4.6	
2	a	—	—	Schliessung.	39.2	5.2	Schliessungs- und Öffnungszuckungen.
		1.000	8.00				
	b	—	—	Stoss.	39.3	5.2	
3	a	—	—	Schliessung.	35.6	5.0	
		3.000	11.30				
	b	—	—	Stoss.	35.4	5.0	
4	a	—	—	Schliessung.	37.0	5.4	
		5.000	15.30				
	b	—	—	Stoss.	37.4	5.4	
5	a	—	—	Schliessung.	37.0	5.0	
		10.000	20.00				
	b	—	—	Stoss.	68.4	5.2	
6	a	—	—	Schliessung.	37.0	5.4	
		15.000	21.10				
	b	—	—	Stoss.	55.2	6.8	
7	a	—	—	Schliessung.	36.6	5.3	
		20.000	22.00				
	b	—	—	Stoss.	57.4	6.2	
	c	—	—	Stoss.	55.0	6.0	

Dieser Versuch wurde in derselben Weise angestellt wie früher, nur dass die Unterbrechung des Stromes mit der Myographion-Wippe geschah; der Nerv wurde also mit Strömen von äusserst kurzer Dauer gereizt. Wir sehen, dass bei sehr schwachen Strömen (Vers. No. 1) von enorm kurzer Dauer die Erregung kleiner ist als die Schliessungserregung, denn die Zeit der latenten Reizung ist grösser und die Zuckungshöhe des Muskels kleiner als die entsprechende bei der Reizung mit der Schliessung desselben Stromes. Dies kann vielleicht auf einem

physikalischen Grunde beruhen. Es kann sein, dass die schwachen Ströme von sehr kurzer Dauer, besonders bei der Summe der flüssigen Leiter in dem Kreise ihre vollkommene Intensität nicht in dieser kurzen Zeit erreichen, mit andern Worten, dass die zur Strombildung erforderliche Zeit grösser ist als die Dauer des Stosses. Diese Frage muss ohne Beantwortung bleiben, da meines Wissens ausreichende physikalische Vorarbeiten für die besondern Verhältnisse unsers Versuches nicht existiren.

Bei weiterem Wachsen der Stromstärke (Vers. No. 2, 3, 4) sehen wir, dass schon bei solchen Stömen, welche der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechen, die Zeit der latenten Reizung beim Stoss gleich ist der Zeit der latenten Reizung bei der Schliessung, so lange die Zuckungsgrösse bei dem Stoss gleich ist der Zuckungsgrösse bei der Schliessung. Bei weiterm Wachsen der Stromstärke wird die Zuckungshöhe beim Stosse etwas grösser (Vers. 56) als bei der Schliessung, trotzdem die Zeit der latenten Reizung beim Stoss bedeutend grösser ist als bei der Schliessung.

Beim ersten Anblick scheint hier ein Widerspruch vorzuliegen: die Vergrösserung der Zuckungshöhe deutet auf stärkere Erregung, die Verkleinerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf Erschwerung der Reizungsleitung. Eine Deutung wird durch folgende Überlegung möglich. Die Vergrösserung der Zuckungshöhe beim Stosse gegenüber der Zuckungshöhe bei der Schliessung beweist, dass zu der Schliessungsreizung durch die Öffnung eine zweite Erregung hinzukommen muss, die anfangs (Vers. 56) nur schwach, bei weiterer Steigerung der Stromstärke (Vers. 68) sehr stark wird. Wenn trotzdem die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bei dem Stosse geringer ist als bei der Schliessung, so kann der Grund nur darin liegen, dass bei jenem in Folge der Öffnung, die mit dem Verschwinden des Anelektrotonus verbunden ist, Leitungswiderstände für die an der Kathode entstandene Erregung grösser geworden sind, die, wie der Erfolg der blossen Schliessungsreizung zeigt, während des Entstehens und der Dauer des Anelektrotonus nicht bestanden.

Diese Widerstände, unmittelbar nach der Öffnung des Stromes entstanden, nehmen doch mit dem Abklingen des Anelektrotonus so schnell ab, dass zu der Zeit, wo die Leitungsbahn wieder frei wird, die von der Kathode herrührende Schliessungserregung noch nicht vorüber ist. Sie macht sich geltend dadurch, dass sie sich zu der Öffnungsreizung addirt. Auf diese Weise scheint es, wird sowohl die grosse Dauer der latenten Reizung als die Zunahme der Zuckungshöhe erklärlich.

Es ist hier der Ort, darauf aufmerksam zu machen, dass die Zuckungen (Versuch 56, 66 und 76, c) sogenannte übermaximale Zuckungen sind, welche FICK*) auch bei der Variation der Intensität des aufsteigenden Stromes in der Periode vor dem Ausbleiben der Zuckungen beobachtet hat. Ich werde näher über die übermaximalen Zuckungen in dem Cap. über den abst. Strom sprechen, wo diese Summation bei den Erregungen viel leichter eintritt als beim aufsteigenden Strome.

Für die aufsteigenden Ströme von enorm kurzer Dauer, welche ich durch die Unterbrechung des Stromes mit der Myographion-Wippe erhalten habe, ist es sehr schwer, die passende Abstufung der Stromstärke zu treffen, um die Summation, das allmähliche Abnehmen, Ausbleiben und Wiederauftreten der Zuckungen zu bekommen; eine von diesen Stufen kann leicht übersprungen werden. Ich führe hier einen solchen Versuch an.

19. Versuch. 6. November 1867.

8 Grove's. Stromdauer enorm kurz. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchszahl.		Stromstärke in Rheochordlänge	Boussoleablenkungen.	Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungshöhe des Muskels.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	43.6	9.4	Tetanus?
		2.000	12.10				
	b	—	—	Stoss.	43.8	5.7	

*) FICK, l. c. S. 48.

Versuchszahl.		Stromstärke in Rheochordlänge	Stromstärke in Boussoleablenkungen.	Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungshöhe des Muskels.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
	a	—	—	Schliessung.	62.0	3.0	
2		3.000	14.70				
	b	—	—	Stoss.	68.0	5.7	
	a	—	—				
3		4.000	16.50	Stoss.	48.4	5.8	
	b	—	—				
	a	—	—				
4		8.000	21.60	Stoss.	41.8	5.3	
	b	—	—				
	a	—	—				
5		10.000	23.00	Stoss.	keine Wirkung.		
	b	—	—		(Dieser Versuch wurde zweimal wiederholt.)		
	a	—	—				
6		15.000	25.50	Stoss.	44.4	5.3	
	b	—	—				
	a	—	—				
7		20.000	27.00	Stoss.	43.6	5.3	
	b	—	—				

In diesem Versuche sehen wir, dass die Zuckungen vor und nach dem Ausbleiben gleich sind, das kann nur darauf beruhen, dass die Sprünge mit dem Rheochord sehr gross waren und deshalb nach dem Ausbleiben der Zuckungen sofort maximale Öffnungszuckungen eintraten.

Zum Schluss muss ich noch hervorheben, dass bei Nerven von grösserer Erregbarkeit (im Sommer), und wenn die Versuche in kurzen Pausen hinter einander folgen, die Stromstösse von verhältnissmässig grosser Dauer schon bei den Stromstärken, welche den ersten Stufen des Zuckungsgesetzes entsprechen, eine doppelte Erregung hervorrufen können.

Ich führe hier einen solchen Versuch an.

25. Versuch. 4. Juni 1867.

6 Grove's. Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens (50 Mm.) entsprach 0,1″. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.		Stromstärke in		Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
		Rheochordlänge	Boussoleablenkungen.				
1	a	—	—	Schliessung.	187.4	5.6	nur Schliessungszuckung.
		1.000	5.50				
	b	—	—	Stoss.	342.8	5.5—7.8	
2	a	—	—	Schliessung.	183.4	5.4	
		3.000	13.20				
	b	—	—	Stoss.	355.5	5.2—8.0	
3	a	—	—	Schliessung.	179.4	5.1	
		6.000	16.90				
	b	—	—	Stoss.	321.8	5.0—7.4	

Aus diesem Versuche sehen wir, dass bei Stromstärken, bei welchen die Probe mit der Hand nur Schliessungszuckung gab, der kurzdauernde Strom immer eine übermaximale Zuckung hervorrief. Der Charakter derselben, als aus einer doppelten Erregung entsprungen, zeigt sich deutlich darin, dass die Curve eine Art von Knickung nach oben bildet, also zwei Maxima besitzt, von denen das erste der Zuckungshöhe bei der blossen Schliessung entspricht.

Zum Beweise, dass nur bei höherer Erregbarkeit der Nerven der kurzdauernde Strom in den ersten Stufen des Zuckungsgesetzes schon eine doppelte Erregung hervorruft, stellte ich folgenden Versuch an.

55. Versuch. 25. Juni 1867.

6 Grove's. Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens (50 Mm.) entsprach 0,1″. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheo-chordlänge	Stromstärke in Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	230.6	7.0	nur Schliessungs-zuckung.
		1.000	7.80				
	b	—	—	Stoss.	250.8	7.0	
2	a	—	—	Schliessung.	244.8	7.0	
		3.000	14.90				
	b	—	—	Stoss.	235.5	7.2	
3	a	—	—	Schliessung.	245.6	7.2	
		19.000	26.30				
	b	—	—	Stoss.	230.8	7.2	
4		19.000	26.30	Stoss.	300.8	9.4	
5	a	—	—	Schliessung.	215.0	7.0	
		19.000	26.30				
	b	—	—	Stoss.	209.8	7.0	
6		19.000	26.30	Stoss.	318.0	9.8	

Ich nahm einen wenig erregbaren Nerv, welcher bei verschiedenen Stromstärken auf Schliessung und Stoss ganz gleich reagirte. Ich steigerte künstlich die Erregbarkeit desselben, indem ich kurz vor der Reizung mit dem Stoss (Vers. 4) eine Weile durch den Nerv einen starken Strom gehen liess. In diesem Falle rief jetzt der kurzdauernde Strom bei der Stromstärke, bei welcher er früher einfache Schliessungserregung erzeugte, eine unverhältnissmässig grosse und langdauernde Zuckung hervor, wie ich sie bei noch so grosser Erregbarkeit unter gewöhnlichen Verhältnissen als Folge einfacher Reizung nie gesehen habe, so dass ich sie für eine Summation zweier Erregungen halten muss. Sodann wurde nach einer Pause von 5 — 6 Min. (Vers. Nr. 5) der Nerv mit Schliessung und mit Stoss gereizt, und in beiden Fällen bekam ich jetzt wieder zwei gleiche

Schliessungszuckungen. Nachher wurde der Versuch in derselben Weise (Vers. No. 6) noch einmal wiederholt und gab ganz dasselbe Resultat.

B. Abhängigkeit der Nervenerregung von der Stromdauer.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Dauer des reizenden Stromes verfuhr ich nach folgender Methode. Ich nahm eine Stromstärke, welche einer bestimmten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprach. Zuerst reizte ich den Nerv mit Schliessung dieses Stromes und verglich die hiermit gewonnene Muskelcurve mit der Muskelcurve, welche ich bei der Reizung des Nerven mit Stromstössen von verschiedener Dauer bekam. Um die Veränderung der Nervenerregbarkeit während des Versuches zu controliren, wurde der Nerv zu Ende des Versuches wieder mit Schliessung dieses Stromes gereizt. Ich führe zwei solche Versuche an.

34. Versuch. 11. Juni 1867.

3 Grove's. Diese Stromstärke (19,000 Rheochordlänge) entsprach der ersten Stufe des Zuckungsgesetzes. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens in Mm.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	268.8	6.0
2	70	Stoss.	210.0	6.0
3	50	Stoss.	205.3	5.8
4	40	Stoss.	199.5	5.8
5	—	Schliessung.	205.4	5.8
6	40	Stoss.	199.0	5.4
7	20	Stoss.	200.4	5.5
8	10	Stoss.	194.5	5.6
9	5	Stoss.	191.8	5.6
10	—	Schliessung.	191.2	5.6

36. Versuch. 12. Juni 1867.

6 Grove's. Die Stromstärke (19,000 Rheochordlänge) entsprach der ersten Stufe des Zuckungsgesetzes. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmer-blättchens.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	—	Schliessung.	200.9	5.2
2	50	Stoss.	212.8	5.4
3	60	Stoss.	203.0	5.4
4	—	Schliessung.	204.0	5.1
5	40	Stoss.	192.4	5.0
6	30	Stoss.	189.2	5.0
7	10	Stoss.	206.6	5.0
8	5	Stoss.	188.6	5.0
9	—	Schliessung.	189.8	5.0

Bei Strömen, die bei der Probe mit der Hand die erste Stufe des Zuckungsgesetzes geben, wie das bei den obigen Versuchen der Fall ist, zeigte die Erregung durch den kurzdauernden Strom ganz dieselbe Zuckungsdauer und Zuckungshöhe des Muskels, wie die Erregung durch die Schliessung.

In der Versuchsreihe 34 sehen wir, dass die Zuckungsdauer des Muskels (Vers. 1) bei der Reizung mit Schliessung grösser ist als die Zuckungsdauer in den übrigen Versuchen; das liegt darin, dass bei sehr erregbaren Nerven die Schliessungsreizung leicht eine Contraction von tetanusähnlichem Charakter hervorruft, welche sich sehr oft nur in der unverhältnissmässig langen Dauer der Muskelzuckung zeigt. Ausserdem sehen wir in beiden Versuchen die gewöhnliche Abnahme der Zuckungsdauer und der Zuckungshöhe des Muskels wegen des Absterbens des Nerv-Muskelpräparates.

Bei Strömen, die bei der Probe mit der Hand die zweite Stufe des Zuckungsgesetzes geben, entsteht bei dem

Wachsen der Dauer des Stosses allmählich eine doppelte Erregung, indem sich die entstehende Öffnungsreizung zu der schon vorhandenen Schliessungsreizung addirt. Von einer gewissen Dauer des Stromes ab fallen diese beiden Reize auseinander, da die Muskelcurve eine Knickung nach oben zeigt. Wir haben aber bei der der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechenden Stromstärke zwei Fälle zu unterscheiden: 1) Wenn solche Stromstärken genommen werden, bei welchen bei der Probe mit der Hand die Öffnungszuckung kleiner als die Schliessungszuckung oder ihr nahezu gleich ist, rufen die Stromstösse, so lange sie sehr kurze Dauer besitzen, Zuckungen hervor, welche fast gleich mit einfachen Schliessungszuckungen sind. Ich führe zwei solche Versuche an.

13. Versuch. 21. Mai 1867.

6 Grove's. Stromstärke (20,000 Rheochordl.) entsprach der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes und gab bei der Probe mit der Hand gleiche Schliessungs- und Öffnungszuckungen. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	219.3	4.6
2	5	Stoss.	232.4	4.8
3	20	Stoss.	255.5	5.9
4	—	Schliessung.	224.5	4.4
5	40	Stoss.	306.0	6.4
6	60	Stoss.	361.6	6.6
7	80	Stoss.	456	7.6

35. Versuch. 11. Juni 1867.

6 Grove's. Stromstärke (2,000 Rheochordl.), bei welcher die Probe mit der Hand grosse Schliessungszuckung und kleine Öffnungszuckung giebt.

Versuchszahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	179.8	5.4
2	5	Stoss.	184.2	5.5
3	20	Stoss.	239.2	7.6
4	30	Stoss.	293.6	5.6—8.6 (Knickung.)
5	40	Stoss.	294.6	5.5—7.9 (Knickung.)
6	50	Stoss.	205.0	5.5 (?)
7	—	Schliessung.	185.3	5.4

In beiden Versuchen sehen wir, dass die Zuckungen bei der Stromdauer von 5 Mm. fast gleich den Schliessungszuckungen sind und mit der zunehmenden Dauer des Stosses nehmen sie auch zu.

2) Wenn wir dagegen solche Stromstärke nehmen, bei welcher die Probe mit der Hand grosse Öffnungszuckung und kleine Schliessungszucknng giebt, so bekommen wir schon bei Strömen von sehr kurzer Dauer Zuckungen, welche grösser als einfache Schliessungszuckungen sind. Die Erklärung dieser Erscheinung ist sehr einfach. Bei der Reizung mit Strömen von kurzer Dauer wird der Anelektrotonus nicht sehr stark entwickelt und deshalb findet die Erregungswelle, welche an der Kathode entspringt, für ihre Verbreitung zum Muskel keinen Widerstand, was doch der Fall ist bei der Reizung durch dauernde Schliessung. Ich führe hier einen solchen Versuch an.

10. Versuch. 20. Mai 1867.

6 Grove's. Stromstärke (9,000 Rheochordl.), bei welcher die Probe mit der Hand kleine Schliessungszuckung und grosse Öffnungszuckung giebt. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	215.0	3.7
2	5	Stoss.	253.8	6.1
3	20	Stoss.	264.2	6.9
4	40	Stoss.	296.8	7.5
5	—	Schliessung.	209.8	3.5
6	40	Stoss.	283.5	7.3
7	20	Stoss.	253.2	6.7
8	5	Stoss.	241.6	5.8

In diesem Versuche ist, wie die Zahlen zeigen, jede Reizung zweimal wiederholt und gab beide Male dasselbe Resultat. Bei der Stromdauer von 5 Mm. (Vers. 2 und 8) ist die Zuckungshöhe und die Zuckungsdauer des Muskels grösser als bei Schliessung dieses Stromes (Vers. 1 und 4), dann nehmen sie mit der Zunahme der Stromdauer zu.

Da bei dem Stromstosse sich der Anelektrotonus bei gleicher Stromstärke nicht so stark entwickelt wie bei der Schliessung des Stromes, kann man bei Strömen, die der dritten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechen, wenn die Stromstärke verhältnissmässig nicht sehr gross ist, mit den Stössen noch immer eine doppelte Erregung hervorrufen, wie bei den Stromstärken, welche bei der Probe mit der Hand die zweite Stufe des Zuckungsgesetzes zeigen.

19. Versuch. 25. Mai 1867.

8 Grove's. Stromstärke (20,000 Rheochordl.), bei welcher die Probe mit der Hand nur Öffnungszuckung gab.

Versuchs-zahl.	Strom-dauer.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	
1	5	Stösse.	315.4	5.3	Zwischen Versuch 5 u. 6 — Pause circa 10 Min.
2	10		307.5	5.7	
3	20		340.7	7.0	
4	30		366.4	7.7	
5	40		348.8	7.3	
6	50		376.5	7.6	
7	60		381.9	7.7	
8	80		445.5	7.6	

Aus diesem Versuche sehen wir, dass mit der Zunahme der Stromdauer die Zuckungshöhe und Zuckungsdauer des Muskels fortwährend zunehmen. Die Grösse der Dauer dieser Zuckungen zeigt uns, dass sie nicht einer einfachen, sondern doppelten Erregungen entsprechen.

Wenn die Stromstärken, entsprechend der letzten Stufe des Zuckungsgesetzes, sehr gross genommen werden, so hat die allmähliche Steigerung der Stromdauer zur Folge, dass anfangs die Zuckungshöhe abnimmt, sodann die Zuckung ausbleibt. Wird bei der Dauer, bei welcher die Zuckung ausgeblieben, noch grössere Stromstärke genommen, so treten die Zuckungen wieder ein, welche mit dem Zuwachsen der Dauer des Stromes immer zunehmen.

Ich führe hier einen solchen Versuch an.

45. Versuch. 19. Juni 1867.

10 Grove's. Stromstärke (20,000 Rheochordl.), bei welcher die Probe mit der Hand eine Öffnungszuckung giebt. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	5	Stösse.	191.2	5.2
2	10		190.9	5.1
3	20		keine Wirkung.	
4	30			
5	40			
6	60			
7	80			
Es wurden noch grössere Stromstärken genommen durch Ausschalten der Hälfte des Widerstandes in dem Nervenkreise.				
8	5	Stösse.	187.0	5.8
9	10		151.9	1.5
10	20		139.7	1.0
11	30		160.9	2.0
12	40		162.5	2.8
13	50		174.7	3.6
14	60		172.5	3.3
15	80		166.7	2.0

Bei der Stromdauer von 5 Mm. und 10 Mm. (Vers. 1 u. 2) ruft der kurzdauernde Strom in diesem Versuche noch eine Zuckung hervor, dann kommt die Zeitdauer, bei welcher die Zuckungen ausbleiben. Wir müssen annehmen, dass bei dieser Dauer des Stromes die Erregungswelle von der Kathode vollkommen compensirt wird durch den wachsenden Anelektrotonus, welcher aber noch nicht stark genug ist, um durch sein Abklingen einen Reiz hervorzurufen.

Bei noch grösserer Stromstärke giebt die Stromdauer von

5 Mm. eine von der Schliessung herrührende Zuckung, welche schon bei der Stromdauer von 10 Mm. kleiner wird. Bei der Stromdauer von 20 Mm. (Vers. 10) sehen wir wieder eine kleine Zuckung, welche aber bei weiterer Zunahme der Stromdauer von 50 Mm. immer grösser wird. Die spätere Abnahme der Zuckungen rührt von dem Sinken der Erregbarkeit her. Wir müssen annehmen, dass für die benutzte Stromstärke zwischen der Stromdauer von 10 Mm. und von 20 Mm. eine Zeitdauer lag, welche übersprungen wurde, bei welcher die Zuckungen ausgeblieben waren. Die Zunahme der Zuckungen von der Stromdauer von 20 Mm. bis 50 Mm. zeigt uns, dass der Öffnungsreiz desto grösser wird, je länger der Strom vorher den Nerven durchströmte, was man auch deutlicher aus dem folgenden Versuche sieht.

44. Versuch. 19. Juni 1867.

10 Grove's. Stromstärke (20,000 Rheochordl.), bei welcher die Probe mit der Hand nur Öffnungszuckung giebt.

Versuchszahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	5	Stösse.	128.0	0.8
2	10		160.9	2.8
3	20		163.6	3.0
4	30		168.2	3.6
5	50		180.3	4.0
6	60		182.1	4.6
7	80		184.1	5.0
8	5		154.9	1.2
9	20		160.4	2.7
10	40		179.7	4.4
11	60		170.9	4.4

Die Zuckungshöhe und die Zuckungsdauer des Muskels nehmen in diesem Versuche mit der wachsenden Stromdauer allmählich zu. Dieser Versuch wurde, wie die Zahlen zeigen, wiederholt und gab dasselbe Resultat.

III. Untersuchung der Nervenerregung durch kurzdauernde absteigende Ströme.

A. Abhängigkeit der Nervenerregung von der Stromstärke.

Diese Versuche sind ganz in derselben Weise wie die entsprechenden für den aufsteigenden Strom ausgeführt worden, so dass wir uns sofort zu den Ergebnissen wenden können.

Bei der Reizung der Nerven mit dem absteigenden Stromstoss muss die von dem Verschwinden des Anelektrotonus herrührende Erregungswelle (Öffnungsreiz), bevor sie den Muskel erreicht, eine Nervenstrecke passiren, deren Erregbarkeit durch das Verschwinden des Katelektrotonus modificirt ist. Pflüger in seinen Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus (Berlin 1859) stellte für das Verschwinden des Katelektrotonus folgendes Gesetz auf: dass derselbe mit der Öffnung der Kette rasch durch einen kurzdauernden Zustand der negativen Modification in die länger dauernde positive Modification übergehe, welche langsam dem natürlichen Zustande der Nerven Platz macht. Die Existenz dieser kurzdauernden negativen Modification hat Pflüger *) selbst für den schwachen Strom durch den Versuch nachgewiesen; für den starken Strom wurde dasselbe später durch eine besondere Versuchsreihe von Obernier **) gezeigt. Aus diesen Versuchen ist uns bekannt geworden, dass diese negative Modification bei schwachen Strömen verhältnissmässig längere Zeit in Anspruch nimmt als bei starken Strömen; damit in Übereinstimmung werden wir in folgenden Versuchsreihen bei der Variation der Intensität des Stromes von einer und derselben Dauer zwei verschiedene Fälle beobachten: bei

---

*) Pflüger, Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1859. S. 274 ff. und S. 349 ff.

**) Obernier, Über das Ausbleiben der Öffnungszuckung beim starken absteigenden Strome. Reichert's u. Du Bois-Reymond's Arch. 1861. S. 269.

Strömen, bei welchen schon die Probe mit der Hand die zweite Stufe des Zuckungsgesetzes zeigt, aber welche noch verhältnissmässig schwach sind, wird bei der Reizung mit dem Stromstosse die Summation der Schliessungs- und Öffnungsreizung nicht eintreten, wenigstens nicht so deutlich wie bei stärkeren Strömen, welche auch noch der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechen. Ich theile hier einen solchen Versuch mit.

25. Versuch. 2. Mai 1867.

1 Grove. Boussole mit 12,000 Windungen. Intrapolare Nervenstrecke 3 Mm. Belastung 25. Stromdauer (nach der Breite des Glimmerblättchens von 10 Mm.) entsprach 0.04″.

Versuchszahl.		Stromstärke in		Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
		Rheochordlänge	Boussoleablenkungen.				
1	a	250	19.10	Schliessung.	261.7	5.6	Schliessungs- und Öffnungszuckung sind gleich.
	b	—	—	Stoss.	271.0	5.6	
2	a	500	24.70	Schliessung.	271.5	5.8	
	b	—	—	Stoss.	270.0	5.8	
3	a	750	28.30	Schliessung.	271.7	5.4	
	b	—	—	Stoss.	274.8	5.4	
4	a	1.000	30.90	Schliessung.	259.6	5.5	
	b	—	—	Stoss.	265.3	5.5	
5	a	1.500	32.70	Schliessung.	244.2	4.8	Öffnungszuckung ist kleiner als Schliessungszuckung.
	b	—	—	Stoss.	251.1	4.8	
6	a	2.000	34.70	Schliessung.	260.7	4.5	
	b	—	—	Stoss.	270.2	4.5	
7	a	2.500	35.70	Schliessung.	250.2	3.8	
	b	—	—	Stoss.	240.0	3.8	
8	a	3.000	36.70	Schliessung.	245.2	3.3	
	b	—	—	Stoss.	249.1	3.3	

Aus diesem Versuche sehen wir, dass bei Stromstärken, welche bei der Probe mit der Hand mit Schliessungs-Öffnungszuckung reagiren, die Erregung durch Stoss und dauernde Schliessung des Stromes sich ganz gleich verhält.

Es kann allerdings ein Fall vorkommen, wo der Stoss schon bei sehr schwachen Stromstärken eine doppelte Erregung hervorruft; das ist nämlich bei Nerven der Fall, welche sich in demjenigen von andern Autoren geschilderten Zustande abnormer Erregbarkeit befinden, in dem sie auf die schwächsten absteigenden Ströme zuerst mit Öffnungszuckung reagiren. Bei solchen Nerven kann, wie hier folgender Versuch zeigt, ein sehr schwacher, kurzdauernder Strom eine doppelte Erregung hervorrufen.

24. Versuch. 2. Mai 1867.

1 Grove. Intrapolare Nervenstrecke 3 — 4 Mm. Die übrigen Versuchsbedingungen wie im vorigen Versuche.

Versuchszahl.		Stromstärke in Rheochordlänge	Stromstärke in Boussoleablenkungen.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	219.0	1.0	Öffnungszuckung ist grösser als Schliessungszuckung.
		1.00	10.90				
	b	—	—	Stoss.	262.0	2.3	
2	a	—	—	Schliessung.	271.8	2.6	
		2.00	16.00				
	b	—	—	Stoss.	?	3.2	
3	a	—	—	Schliessung.	214.6	1.9	
		3.00	20.70				
	b	—	—	Stoss.	248.8	2.4	
4	a	—	—	Schliessung.	223.2	2.8	
		4.00	23.70				
	b	—	—	Stoss.	255.6	3.4	
5	a	—	—	Schliessung.	245.4	4.4	
		5.00	26.30				
	b	—	—	Stoss.	263.4	4.7	
6	a	—	—	Schliessung.	232.7	5.2	Öffnungs- u. Schliessungszuckung ist gleich.
		7.50	30.10				
	b	—	—	Stoss.	244.0	5.2	

Versuchs-zahl.	Stromstärke in Rheo-chordlänge	Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
a	—	—	Schliessung.	228.0	5.5	
7	1.000	32.40				
b	—	—	Stoss.	224.0	5.5	
a	—	—	Schliessung.	236.2	5.0	nur Schliessungs-
8	2.000	36.70				
b	—	—	Stoss.	243.0	5.2	zuckung.
a	—	—	Schliessung.	234.7	5.4	
9	4.000	40.80				
b	—	—	Stoss.	244.0	5.4	

Doch kehren wir zu den normalen Verhältnissen zurück. Wenn wir verhältnissmässig sehr starke, absteigende Ströme nehmen, deren Intensität über die in Vers. 25 gebrauchte hinausgeht, so ruft der Stoss eine Erregung hervor, welche grösser ist als die einfache von der Schliessung dieses Stromes herrührende Erregung, denn die Zuckungsdauer und die Zuckungshöhe des Muskels sind bei der ersten bedeutend grösser als bei der zweiten, so dass jene als Summation zweier Reize angesehen werden muss. In diesem Falle wird die negative Modification, welche sofort bei dem Verschwinden des Katelektrotonus entsteht, bald zu klein, um die Öffnungsreizung zu hemmen. Die Grösse dieser doppelten Erregung nimmt, wie die folgenden Versuche zeigen, mit der wachsenden Stromstärke zu, erreicht ein Maximum und nimmt dann wieder ab. Diese Erscheinung kann nicht erklärt werden aus der Veränderung der Dauer der negativen Modification mit dem Wachsen der Stromstärke, da die letzte mit der zunehmenden Stromstärke abnimmt, sondern wir müssen annehmen, dass an dieser Erscheinung noch ein anderes Moment Theil nimmt, nämlich die Vergrösserung des Leitungswiderstandes der intrapolaren Nervenstrecke.

Aus den Untersuchungen von v. Bezold *) wissen wir, dass

*) v. Bezold, Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 152.

durch den constanten Strom in der intrapolaren Nervenstrecke eine Verzögerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung erzeugt wird, welche in der Nachbarschaft der beiden Pole am grössten, in der Mitte zwischen beiden Polen dagegen am kleinsten ist. Wir müssen mithin annehmen, dass bei der Reizung mit dem kurzdauernden Strom von einer gewissen Stromstärke ab der Leitungswiderstand der intrapolaren Nervenstrecke so gross wird, dass die Fortpflanzung der Öffnungsreizung auf dem Wege zum Muskel verzögert wird und dadurch die doppelte Erregung kleiner ausfällt als bei geringerer Stromstärke. Ich führe hier zwei solche Versuche an.

33. Versuch. 13. Juli 1867.

3 Grove's. Boussole mit 12,000 Windungen; beide Rollen sind auf 2 Cm. vom Magnet entfernt. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.		Stromstärke in Rheochordlänge	Stromstärke in Boussoleablenkungen.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	203.1	5.0	Schliessungs- und Öffnungszuckung.
		300	9.50				
	b	—	—	Stoss.	201.2	5.0	
2	a	—	—	Schliessung.	202.8	6.4	
		1.000	20.50				
	b	—	—	Stoss.	230.3	8.0	
3	a	—	—	Schliessung.	192.6	6.4	nur Schliessungszuckung.
		3.000	31.50				
	b	—	—	Stoss.	228.3	6.7(?)	
4	a	—	—	Schliessung.	191.9	6.5	
		5.000	36.80				
	b	—	—	Stoss.	235.2	9.0	
5	a	—	—	Schliessung.	193.8	6.0	
		10.000	42.80				
	b	—	—	Stoss.	229.8	8.3	
6	a	—	—	Schliessung.	191.2	6.0	
		20.000	46.70				
	b	—	—	Stoss.	229.0	8.2	

40. Versuch. 16. Juli 1867.

8 Grove's. Boussole mit 12,000 Windungen. Entfernung der beiden Rollen vom Magneten — 3 Cm. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheo-chordlänge	Stromstärke in Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	172.0	4.0	Schliessungs- und Öffnungszuckung.
		3.00	5.00				
	b	—	—	Stoss.	170.6	4.0	
2	a	—	—	Schliessung.	179.2	5.9	
		1.000	18.20				
	b	—	—	Stoss.	217.9	7.8	
3	a	—	—	Schliessung.	177.7	5.8	
		3.000	29.40				
	b	—	—	Stoss.	218.1	7.5	
4	a	—	—	Schliessung.	177.5	5.7	
		5.000	32.00				
	b	—	—	Stoss.	217.6	7.5	
5	a	—	—	Schliessung.	174.0	5.0	
		10.000	38.10				
	b	—	—	Stoss.	216.0	7.0	
6	a	—	—	Schliessung.	175.0	5.0	
		20.000	43.00				
	b	—	—	Stoss.	208.8	6.7	
7	a	Es wurde der Strom verstärkt durch Ausschalten des ganzen Widerstandes aus dem Nervenkreise.		Schliessung.	174.8	5.0	nur Schliessungs-zuckung.
	b			Stoss.	175.0	5.0	

45. Versuch. 17. Juli 1867.

12 Grove's. Die übrigen Bedingungen.

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheo-chordlänge	Stromstärke in Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	216.8	7.0	nur Schliessungs-zuckung.
		20.000	50.30				
	b	—	—	Stoss.	231.0	7.3	
2	a	—		Schliessung.	216.0	6.4	
		15.000	45.10				
	b	—	—	Stoss.	231.8	7.8	
3	a	—	—	Schliessung.	187.7	6.0	
		10.000	36.30				
	b	—	—	Stoss.	227.5	8.2	
4	a	—	—	Schliessung.	185.1	6.0	Schliessungs- und Öffnungszuckung.
		5.000	24.40				
	b	—	—	Stoss.	226.6	8.0	
5	a	—	—	Schliessung.	185.6	5.8	
		3.000	16.20				
	b	—	—	Stoss.	226.8	7.4	
6	a	—	—	Schliessung.	185.8	5.8	
		1.000	6.70				
	b	—	—	Stoss.	186.0	5.8	

Aus diesen drei Versuchen sehen wir, dass bei schwachen Strömen (Vers. 33. No. 1, Vers. 40. No. 1, Vers. 45. No. 6), welche aber schon bei der Probe mit der Hand die beiden Zuckungen geben, der kurzdauernde Strom eine Erregung nicht grösser als die Schliessungserregung hervorruft, mit anderen Worten, dass der Öffnungsreiz bei dieser Zeitdauer und Stärke des Stromes noch nicht wirksam ist. Diese Erscheinung kann sich nur so erklären, dass bei dieser Stärke und Dauer des Stromes die negative Modification, welche nach dem Verschwinden des Katelektrotonus eintritt, lange genug war, um die Fortpflanzung der zweiten, noch schwachen Öffnungsreizung zum Muskel vollkommen zu hemmen. Dann sehen wir, dass bei weiterem Wachsen der Stromstärke der kurzdauernde Strom an-

fängt eine doppelte Erregung hervorzurufen, welche anfangs grösser wird, ein Maximum erreicht und mit weiterer Zunahme der Stromstärke abnimmt. Es gelingt bei sehr grosser Stromstärke zu erreichen, dass die Erregung von dem Stoss gleich der Schliessungserregung wird (Versuchsreihe 40., Vers. 76), doch nur bei Nerven, welche an Erregbarkeit eingebüsst haben. Bei frischen Nerven hört der Unterschied zwischen den Erregungen durch Stoss und Schliessungserregung sogar bei noch grösserer Stromstärke nicht auf. Je kleiner die Zeitdauer des reizenden Stromes, desto grössere Stromstärke muss man nehmen, um den Unterschied zwischen beiden Erregungen abnehmen zu lassen. Ich führe einen Versuch an, in welchem bei 20 Grove's diese doppelte Erregung durch den kurzdauernden Strom noch deutlich geblieben ist.

26. Versuch. 30. September 1867.

20 Grove's. Boussole mit 6000 Windungen, welche auf 4 Cm. vom Magneten entfernt wurden. Der Strom wurde mit der Myographion-Wippe unterbrochen. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromstärke in		Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
	Rheochordlänge	Boussoleablenkungen.					
a	—	—	Schliessung.	39.2	287.4	5.0	
1	20.000	46.40					
b	—	—	Stoss.	40.0	304.0	6.2	
a	—	—	Schliessung.	40.0	261.8	4.4	
2	15.000	41.90					
b	—	—	Stoss.	40.6	264.9?	5.4	3. Stufe.
a	—	—	Schliessung.	44.0	258.0	3.9	
3	10.000	37.20					
b	—	—	Stoss.	45.8	283.2	4.5	
a	—	—	Schliessung.	48.0	259.7	3.7	
4	5.000	21.90					
b	—	—	Stoss.	58.6?	260.0	4.2	
a	—	—	Schliessung.	49.0	247.7	3.4	
5	2.000	13.80					
b	—	—	Stoss.	50.4	246.6	3.4	1. Stufe.
a	—	—	Schliessung.	63.6	249.0	2.0	
6	5.00	4.90					
b	—	—	Stoss.	80.2	243.0	2.0	

In diesem Versuche wurde der reizende Strom mit der Myographion-Wippe unterbrochen; er war von ungemein kurzer Dauer. Dieser Versuch zeigt uns, dass bei frischen Nerven sogar eine sehr bedeutende Stromstärke (20 Grove's) nicht im Stande ist, den Öffnungsreiz vollkommen zu vernichten, mit andern Worten, dass die Ströme von sehr kurzer Dauer immer eine doppelte Erregung hervorrufen. Jedenfalls ist diese doppelte Erregung nicht so gross wie bei Stössen von gleich kurzer Dauer, aber geringerer Intensität. Bei der Reizung mit solchen Strömen, welche in dem Versuch 26 angewandt wurden, muss der Leitungswiderstand der intrapolaren Nervenstrecke sehr gross sein; zeigen doch auch die Zahlen ein starkes Sinken der Erregbarkeit.

Ich werde hier noch zwei Versuche anführen, um zu zeigen, dass Stösse von so kurzer Dauer, wie ich durch Unterbrechung des Stromes mit der Myographion-Wippe erzeugt habe, bei der Stromstärke der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes immer eine doppelte Erregung hervorrufen.

14. Versuch. 9. September 1867.

2 Grove's. Die übrigen Versuchsbedingungen wie im vorigen Versuche.

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheochordlänge	Boussole-ablenkungen.	Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
1	a	—	—	Schliessung.	47.8	298.2	4.6	nur Schliessungszuckung.
		4.00	4.60					
	b	—	—	Stoss.	155.4	296.6	4.5	
2	a	—	—	Schliessung.	39.8	272.9	4.9	
		6.00	5.90					
	b	—	—	Stoss.	45.7	264.7	4.9	
3	a	—	—	Schliessung.	39.2	263.5	4.9	
		1.000	7.80					
	b	—	—	Stoss.	42.1	319.3	7.4	

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheo-chordlänge	Stromstärke in Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	Reaction bei der Probe mit der Hand.
4	a	—	—	Schliessung.	40.0	262.0	4.9	Schliessungs- und Öffnungs-zuckung.
		2.000	10.30					
	b	—	—	Stoss.	43.0	341.2	8.1	
5	a	—	—	Schliessung.	41.6	245.4	4.4	
		3.000	11.80					
	b	—	—	Stoss.	46.2?	381.2	7.7	
6	a	—	—	Schliessung.	40.8	249.3	5.0	
		5.000	13.90					
	b	—	—	Stoss.	43.1	345.5	7.2	
7	a	—	—	Schliessung.	41.0	248.9	4.1	
		10.000	16.40					
	b	—	—	Stoss.	41.3	370.8	4.0	

11. Versuch. 17. September 1867.

2 Grove's. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.		Stromstärke in Rheo-chordlänge.	Stromstärke in Boussole-ablenk-ungen.	Art der Reizung.	Latente Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	a	—	—	Schliessung.	43.8	204.1	5.4
		5.00	4.60				
	b	—	—	Stoss.	50.8	325.9	6.8
2	a	—	—	Schliessung.	40.6	206.2	5.5
		1.000	7.90				
	b	—	—	Stoss.	45.2	326.3	11.3
3	a	—	—	Schliessung.	40.6	191.5	5.6
		3.000	12.20				
	b	—	—	Stoss.	38.4	270.4	9.2
4	a	—	—	Schliessung.	41.6	192.6	5.5
		4.000	13.50				
	b	—	—	Stoss.	42.0	279.2	10.0
5	a	—	—	Schliessung.	40.4	219.8	5.6
		8.000	16.30				
	b	—	—	Stoss.	55.2?	394.8	13.0

In beiden Versuchen ist fast bei allen Stromstärken die Erregung durch den Stoss bedeutend grösser als bei Schliessung. Bei den durch Stösse gewonnenen Muskelcurven kann man keine Knickung bemerken, da der Öffnungsreiz schon in der Periode der steigenden Energie der Muskelcurve zum Muskel gelangt.

Zu der Versuchsreihe 11 möchte ich noch eine Bemerkung hinzufügen, dass bei der Rheochordlänge 500 (Vers. 16) trotzdem dass die Stosserregung grösser ist als die Schliessungserregung, die Zeit der latenten Reizung beim Stoss grösser ist als bei der Schliessung. Diese Erscheinung, scheint mir, lässt sich so erklären, dass bei Reizung durch Stösse der angewandten Stärke der Schliessungsreiz allein (von welchem die Zeit der latenten Reizung abhängig ist) schwächer ist als bei dauernder Schliessung dieses Stromes, weil der Strom sich nicht bis zu seiner vollen Höhe entwickelt. Schwachen Reizen entspricht, wie diese Versuche sowie die Versuche des letzten Capitels zeigen, eine verhältnissmässig längere Zeit der latenten Reizung; schwache Erregungen verbreiten sich im Nerven langsamer als starke Erregungen. Dies haben auch in neuerer Zeit HELMHOLTZ und BAXT*) an den motorischen Nerven des Menschen beobachtet.

Aus den letzten drei Versuchen sehen wir, dass die doppelte Erregung bei Stossreizung sehr leicht eintritt bei allen solchen Stromstärken, welche der zweiten und dritten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechen, und dass das Ausbleiben der Öffnungszuckung hauptsächlich von der Dauer des Stosses abhängt, was wir noch besser aus den Versuchen über die Abhängigkeit der Nervenerregung von der Stromdauer sehen werden, zu welchen ich jetzt übergehe.

B. Abhängigkeit der Nervenerregung von der Stromdauer.

Um die Abhängigkeit der Nervenerregung von der Dauer des absteigenden Stromes zu ermitteln, wurden ganz in dersel-

*) Monatsbericht der Berliner Akademie. April. 1867.

ben Weise Versuche angestellt wie die entsprechenden für den aufsteigenden Strom. Die Variation der Dauer des absteigenden Stromes von einer der ersten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechenden Stärke hat, wie bei aufsteigendem Strome, keinen Einfluss auf die Nervenerregung, und sie ist gleich der Schliessungserregung, wenn solche Stromstärken genommen wurden, bei welchen die letztere ihr Maximum erreicht. Ich theile hier einen solchen Versuch mit.

1. Versuch. 25. Juni 1867.

1 Grove. Stromstärke 7000 Rheochordl., geben nur Schliessungszuckung. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	247.3	7.2
2	5	Stösse.	245.6	7.2
3	10		248.1	6.8
4	20		224.7	6.0
5	30		217.0	5.2
6	40		212.0	5.2
7	—	Schliessung.	209.4	5.3
8	60	Stösse.	194.2	5.0
9	80		183.4	4.4

Die continuirliche Abnahme der Zuckungsdauer und Zuckungshöhe des Muskels während des Versuches beruht auf dem Absterben des Nerv-Muskelpräparates.

Wenn wir so schwache Ströme nehmen, dass bei kurzer Schliessungsdauer die Zuckung ihr Maximum nicht erreicht, so kann man durch blosse Vergrösserung der Stromdauer die Zuckung auf ihr Maximum bringen, wie aus folgenden Versuchen zu sehen ist.

2. Versuch. 25. Juni 1867.

Stromstärke 1000 Rheochordl., geben sehr schwache Schliessungszuckung. Die übrigen Versuchsbedingungen wie im vorigen Versuche.

Versuchszahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	5	Stösse.	173.1	1.7
2	10		178.6	4.0
3	20		201.0	4.4

Bei der Variation der Dauer des Stromes der zweiten Stufe des Zuckungsgesetzes entsteht allmählich eine doppelte Erregung, und bei einer gewissen Dauer des Stromes fallen diese beiden Erregungen sichtlich auseinander, was sich an einem Knick in der Curve zeigt. Alle drei hier folgende Versuche sind bei ganz denselben Bedingungen angestellt, ausser dass die Stromstärken in allen drei Versuchen verschieden sind.

19. Versuch. 4. Juli 1867.

2 Grove's. Stromstärke 20,000 Rheochordl., geben gleich grosse Schliessungs- und Öffnungszuckung.

Versuchszahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	192.8	6.2
2	5	Stösse.	192.0	6.2
3	10		194.2	6.6
4	20		228.1	8.3
5	30		236.7	8.3
6	40		256.5	9.8
7	—	Schliessung.	176.1	5.5

20. Versuch. 8. Juli 1867.

3 Grove's. Stromstärke 20,000 Rheochordl., geben die Schliessungs- und Öffnungszuckung. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	—	Schliessung.	191.4	4.9
2	2	Stösse.	190.6	4.9
3	5		216.3	6.8
4	10		221.0	7.0
5	30		237.0	7.4
6	50		271.9	4.8—8.6
7	—	Schliessung.	178.5	4.8

29. Versuch. 11. Juli 1867.

4 Grove's. Stromstärke 3,000 Rheochordl., geben die Schliessungs- und Öffnungszuckung.

Versuchs-zahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	—	Schliessung.	207.8	6.0
2	5	Stösse.	213.0	7.4
3	10		232.4	8.1
4	30		266.8	9.2
5	50		338.0	10.3
6	—	Schliessung.	196.4	5.6

Alle diese drei Versuche wurden mit solchen Stromstärken angefangen, welche schon eine maximale Schliessungszuckung gaben. Beim Vergleich von Vers. 19 mit dem Vers. 20 und 29 sehen wir, dass in dem Vers. 19, wo der Strom schwächer war als in den beiden anderen, bei der Stromdauer von 5 Mm. und

10 Mm. die Erregung durch Stoss und Schliessung gleich war, während bei dieser Stromdauer in den Vers. 20 und 29 der Stoss schon eine doppelte Erregung hervorruft, was sich daran zeigt, dass die Zuckungsdauer und Zuckungshöhe grösser sind als die entsprechenden bei der Reizung mit der Schliessung dieses Stromes. Da bei starken Strömen die negative Modification an der Kathode kürzere Zeit dauert als bei schwachen, so müssen wir annehmen, dass sie bei der Stromdauer von 5 und 10 Mm. in den Vers. 20 und 29 beim Eintritt des Öffnungsreizes vorüber oder wenigstens nicht mehr so stark war, um den Öffnungsreiz zu hemmen. Das weitere Wachsen der doppelten Erregung mit der Zunahme der Stromdauer kann nur erklärt werden aus dem Wachsen des Öffnungsreizes. In dem Vers. 20 No. 6 ist bei der Stromdauer von 50 Mm. der Öffnungsreiz erst entstanden als die Muskelcurve bereits sank; deshalb besitzt diese zwei Maxima.

Bei Strömen der dritten Stufe des Zuckungsgesetzes ruft der Stoss noch eine doppelte Erregung hervor, welche mit zunehmender Dauer des Stromes anfangs grösser wird, ein Maximum erreicht, dann sinkt und endlich zur einfachen Schliessungserregung wird, wie hier folgende Versuche zeigen.

22. Versuch. 8. Juli 1867.

3 Grove's. Boussole mit 12,000 Windungen, welche auf 3 Cm. vom Magneten entfernt sind. Bei Rheoch. (20,000) geben nur Schliessungszuckung. Die übrigen Bedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens.	Art der Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	—	Schliessung.	205.0	5.8
2	5	Stösse.	214.6	7.0
3	10		241.0	7.4
4	20		200.4	5.8

Versuchs-zahl.	Stromdauer nach der Breite des Glimmerblättchens.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
5	30	Stösse.	194.6	5.8
6	50		197.3	5.9
7	110		192.5	5.8
8	10		230.3	7.4
9	—	Schliessung.	187.3	5.8

23. Versuch. 8. Juli 1867.

Alle Versuchsbedingungen wie im vorigen Versuche.

Versuchs-zahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	—	Schliessung.	189.8	5.0
2	5	Stösse.	181.0	4.9
3	10		219.0	6.5
4	20		229.8	7.2
5	30		246.9	7.0
6	50		227.5	5.3
7	110		176.1	5.0
8	—	Schliessung.	176.5	5.0

27. Versuch. 29. Juli 1867.

Alle Bedingungen wie früher.

Versuchs-zahl.	Stromdauer.	Art der Reizung.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.
1	—	Schliessung.	164.6	5.4
2	110	Stösse.	159.9	5.0
3	50		317.2	5.3
4	30		241.3	8.0
5	5		160.5	4.5
6	—	Schliessung.	160.7	4.4

In der Versuchsreihe 22 sehen wir, dass bei der Stromdauer von 5 und 10 Mm. der Stoss noch eine doppelte Erregung hervorruft; bei weiterer Zunahme der Dauer des Stromes wird die Erregung durch den Stoss wieder gleich der Schliessungserregung (cf. 4—7). Zuletzt wurde, nachdem die Stösse von verhältnissmässig langer Dauer einfache Erregung hervorgerufen hatten, wieder ein Stoss (Vers. 10) von kürzerer Dauer gewählt, welcher wieder eine doppelte Erregung hervorrief. — In Versuchsreihe 23 (Vers. 6) und Versuchsreihe 27 (Vers. 3) bei der Stromdauer von 50 Mm. sehen wir, dass die doppelte Erregung sich nur ausdrückt in unverhältnissmässig grosser Zuckungsdauer, die Zuckungshöhe bleibt ebenso gross wie bei der Reizung mit der Schliessung dieses Stromes. Die Öffnungsreizung ist in diesem Falle spät eingetreten, als schon die Muskelcurve zu sinken begann und sie verhältnissmässig zu schwach war, um ein Wiederansteigen zu bewirken; der Muskel bleibt nur ungewöhnlich lange in verkürztem Zustande. Gewöhnlich kann man bei solchen Curven bemerken, dass sie einige Zeit ganz parallel mit der Abscisse gehen.

Wenn wir die drei Versuchsreihen (22, 23 und 27) vergleichen mit denjenigen, welche ich in dem letzten Abschnitte (45 und 26) angeführt habe, sehen wir, dass die Öffnungsreizung beim absteigenden Strome von verhältnissmässig geringer Stärke, aber langer Dauer eher ausbleibt als bei starken Strömen von sehr kurzer Dauer. Dies kann nur daraus erklärt werden, dass bei sehr starken Strömen die negative Modification, welche an der Kathode entsteht, sofort nach dem Verschwinden des Katelektrotonus enorm schwach ist und sehr schnell in die positive Modification übergeht.

In den Versuchen mit Variation der Stromdauer und Stromstärke haben wir gesehen, dass die kurzdauernden Ströme zweiter und dritter Stufe fast immer eine doppelte Erregung hervorrufen; die Grösse dieser doppelten Erregung variirt mit der Dauer und Stärke des absteigenden Stromes nach einem bestimmten Gesetze: 1) mit dem Wachsen der Stromstärke bei einer bestimmten Stromdauer wird die

Erregungssumme anfangs grösser, erreicht ein Maximum, wird dann wieder kleiner; bei frischen Nerven und Stössen von ausserordentlich kurzer Dauer wird sie nie gleich der einfachen Schliessungserregung. 2) Mit dem Wachsen der Dauer des Stromes wird die Erregungssumme ganz ähnlich anfangs grösser, erreicht ein Maximum, wird dann wieder kleiner, aber schliesslich bei sehr grosser Dauer gleich der einfachen Erregung.

Die Zuckungshöhe und Zuckungsdauer bei doppelter Erregung sind immer grösser als die maximale Zuckungshöhe und Zuckungsdauer des Muskels bei Reizung durch Schliessung von gleich starken Strömen. Mit einem Worte, die aus der doppelten Erregung hervorgehenden Zuckungen sind sogenannte »übermaximale Zuckungen«, welche FICK in seiner Untersuchung über die elektrische Nervenreizung beschrieben hat. FICK*) nämlich hat beobachtet, dass beim Wachsen der Dauer des absteigenden Stromes die Zuckungen mit der Zeitdauer des Stromes nicht continuirlich wachsen, sondern absatzweise; dass, nachdem die Zuckungen ihr Maximum erreicht haben, sie einige Zeit constant bleiben, aber bei weiterem Wachsen der Stromdauer noch grösser werden. Diese letzteren Zuckungen hat FICK mit dem Namen »übermaximale Zuckungen« bezeichnet. Er bekam diese übermaximalen Zuckungen bei Reizung 1) mit dauernder Schliessung des absteigenden Stromes, 2) mit absteigenden Stössen und 3) mit aufsteigenden Stössen in der Periode vor dem Ausbleiben der Zuckung. Damals konnte FICK nicht übermaximale Zuckungen durch starke Inductionsschläge hervorrufen, wie später er**) und sein Schüler MEYER***) sie beobachtet haben. Ich werde über diese übermaximalen Zuck-

---

*) FICK, l. c. S. 25.

**) FICK, Beitrag zur Physiologie des Elektrotonus. Vierteljahrsschrift der Züricher naturforschenden Gesellschaft. Bd. XI.

***) AD. MEYER, Beiträge zur Lehre von der elektrischen Nervenreizung. Inaugural-Dissertation. Zürich. 1867.

ungen durch Inductionsschläge in dem nächsten Capitel sprechen, da ihr Ursprung auf ganz andern Gründen beruht. Fick selbst kam auf den Gedanken, dass die übermaximale Zuckung bei kurzdauernden Strömen eine Summation des Schliessungsreizes mit dem Öffnungsreize sei. Aber diese Annahme war für ihn nicht ganz wahrscheinlich aus folgenden Gründen. Erstens, er bekam die übermaximale Zuckung bei sehr starken absteigenden Strömen, welche keine Öffnungszuckung geben. Diesen Grund hält Fick selbst für wenig stichhaltig, da bei Strömen von sehr kurzer Dauer jene Modification der katelektrotonisirten Nervenstrecke nicht hinreichend entwickelt sein kann, um den Öffnungsreiz vollkommen zu hemmen, was wirklich der Fall ist, wie unsere oben angeführten Versuche (Vers. 26) über die Abhängigkeit der Nervenerregung von der Stromstärke zeigen. Zweitens, wenn die übermaximale Zuckung eine Summation ist, sagt Fick, so musste schon bei einem Zeitintervall von 0,0017″ ($^1/_{600}$″) zwischen Schliessung und Öffnung die Wirkung der Summation sichtbar werden, da nach den Untersuchungen von Helmholtz*) Reize, welche in diesem Zwischenraum hintereinander folgen, schon auseinander fallen, er selbst aber die übermaximale Zuckung bei weit grösseren Werthen der Zeitdauer bekam. Dieser Einwurf ist ebenfalls nicht stichhaltig, was Fick auch zugiebt, da wir nicht die Zeitdauer des Stromes für ein Maass derjenigen Zeit halten können, in welcher die durch Schliessung und Öffnung gesetzten Reize zum Muskel gelangen. Dies geht am deutlichsten daraus hervor, dass Stromstösse von gleicher Dauer bei verschiedener Stärke die Summation bald hervortreten lassen, bald nicht (siehe Vers. 19, 20 und 29). Die obigen Gründe veranlassten Fick, die übermaximale Zuckung bei Strömen von sehr kurzer Dauer möglicherweise für eine Summation der Reize zu halten; aber experimentell diese Frage zu entscheiden durch genaue Ermittelung des

---

*) Helmholtz, Monatsbericht der Berliner Akademie. 1854. S. 328.

zeitlichen Verlaufes der Muskelcontraction war er nicht im Stande, wegen Mangels an den nöthigen Hülfsmitteln.

Noch ein Grund, welcher dafür spricht, dass die übermaximale Zuckung eine Summation zweier Reize ist, und welchen Fick nicht beachtet hat, liegt darin, dass übermaximale Zuckungen bei aufsteigenden Stromstössen von allmählich zunehmender Stärke nur eintreten in der Periode vor dem Ausbleiben der Zuckung, das heisst bei solchen Stromstärken, bei welchen beide Reize wirksam werden können, während bei weiterer Zunahme der Stromstärke, wo der kurzdauernde Strom schon allein als Öffnungsreiz reagirt, sie nie eintreten.

Was die übermaximale Zuckung bei dauernder Schliessung des absteigenden Stromes anlangt, so muss ich zugestehen, dass ich bei einer sehr grossen Anzahl von Versuchsreihen, welche ich ausgeführt habe und in welchen bei verschiedenen Stromstärken die Schliessungsreize mit dem Stossreize verglichen wurden, dieselbe nie gesehen habe. Es kommt sehr oft vor, dass bei sehr erregbaren Nerven die Schliessungsreizung eine tetanische Contraction hervorruft, was sehr leicht an dem Charakter der betreffenden Curve erkannt werden kann; wahrscheinlich haben Fick derartige Fälle als übermaximale Zuckungen imponirt.

IV. Schlussfolgerungen aus den in II. u. III. mitgetheilten Versuchen, betreffend das Zuckungsgesetz.

Wenn wir die Ergebnisse aus den oben mitgetheilten Untersuchungen über die Natur der Nervenerregung durch galvanische Ströme von kurzer Dauer mit den Ergebnissen des durch Pflüger festgestellten Gesetzes der Zuckungen vergleichen, so sehen wir, das nach dem Eintritt der Schliessungs- und Öffnungszuckung nicht bloss, abgesehen von dem Zustande der Erregbarkeit der Nerven, Richtung und Stärke der Ströme, sondern auch die Dauer der letzteren von Einfluss ist. Wir haben viele Fälle beobachtet, bei welchen der kurzdauernde Strom von einer der dritten Pflüger'schen Stufe entsprechen-

den Stärke doppelte Erregung hervorruft, da die sehr kurze Dauer es bedingt, das beide Reizungen, sowohl die von der Schliessung als die von der Öffnung herrührende, zur Geltung kommen können, da die Vorgänge im Nerven, welche bei längerer Stromdauer das Ausbleiben der einen Reizung verhindern, sich nicht mit hinreichender Energie entwickeln.

Besonders deutlich in die Augen springend ist dieses Verhalten beim aufsteigenden Strome. Bei diesem Strome, wie es aus den FICK'schen Versuchen hervorgeht und die unsrigen bestätigen, existirt für jede Zeitdauer des Stromes eine Stärke, bei welcher der Nerv nicht mehr auf den Stromstoss reagirt. Die Abhängigkeit der Grösse der Zuckung von der Stärke und Zeitdauer des aufsteigenden Stromes hat FICK*) in seinen Untersuchungen recht anschaulich geometrisch dargestellt, worauf wir uns den Leser hinzuweisen erlauben. Die Stufe des Ausbleibens der Zuckungen bei dem aufsteigenden Strome liegt zwischen der zweiten und der dritten Stufe des PFLÜGER'schen Zuckungsgesetzes; sie tritt beim Schliessen und Öffnen des Stromes mit der Hand nicht auf und entspricht dem Falle, dass der Anelektrotonus schon stark genug entwickelt ist, um die Verbreitung der Erregungswelle von der Kathode zum Muskel zu hemmen, aber noch nicht stark genug, um bei seinem Verschwinden eine neue Erregungswelle-Öffnungsreiz — zu setzen. Wir können also für aufsteigende Stromstösse vier Stufen des Zuckungsgesetzes aufstellen:

1) einfache Schliessungsreizung;
2) doppelte Erregung — übermaximale Zuckung;
3) Unwirksamkeit des Stromes;
4) alleinige Öffnungsreizung.

Bei der Reizung mit dem kurzdauernden absteigenden Strome kennen wir eigentlich nur zwei Arten der Erregung: 1) bei sehr schwachen Strömen einfache Schliessungsreizung und 2) Doppelerregung — übermaximale Zuckung.

---

*) AD. FICK, l. c. S. 46.

Das Ausbleiben der Öffnungsreizung, die dritte Stufe des Zuckungsgesetzes, kommt eigentlich wenigstens bei frischen Nerven nicht vor, da wir gesehen haben, dass, je kleiner die Zeitdauer des absteigenden Stromes genommen wurde, desto grössere Stromstärken erforderlich waren, um diese Wirkung der doppelten Erregung abnehmen zu lassen. Lassen wir also die Zeitdauer des Stromes immer mehr abnehmen und seine Stärke immer mehr wachsen, so wird der absteigende Strom immer noch eine Doppelerregung herbeiführen. Überdies haben wir gesehen, dass die negative Modification, welche nach dem Verschwinden des Katelektrotonus entsteht und an welche das Ausbleiben der Öffnungsreizung geknüpft ist, sich stärker entwickelt bei verhältnissmässig schwachen Strömen und längerer Dauer als bei starken und sehr kurzer Dauer.

Der thatsächliche Unterschied zwischen der Reizung mit dem kurzdauernden Strome in der absteigenden und aufsteigenden Richtung beruht darin, dass der absteigende Stromstoss leichter eine doppelte Erregung (übermaximale Zuckung) hervorruft als der aufsteigende Stromstoss. Der Grund dieses Verhaltens liegt darin, dass die myopolare Nervenstrecke durch den Anelektrotonus stärker in ihrer Leitungsfähigkeit herabgesetzt wird als durch das Verschwinden des Katelektrotonus.

Dritter Abschnitt.

Vergleich der Nervenerregung durch Stromstösse mit der Nervenerregung durch Inductionsschläge.

Fick suchte bei seiner Untersuchung der Nervenerregung durch den kurzdauernden aufsteigenden Strom dieselben Erscheinungen, welche er hier beobachtete, auch durch aufsteigende Schliessungsinductionsschläge herbeizuführen. Aber damals konnte er für den Inductionsschlag nicht diejenigen Stromstärken finden, bei welchen die Zuckungen ganz ausblieben und bei welchen übermaximale Zuckungen eintraten. Der

Grund für dieses damalige negative Resultat lag seiner Ansicht nach, wie er in einem spätern Aufsatze*) erwähnt, einfach darin, dass bei der Reizung mit Inductionsschlägen nicht bis zu hinlänglich hohen Werthen der Stromstärke fortgeschritten wurde. Als er bei Wiederaufnahme der Untersuchung mit der Stromstärke weiter als früher ging, beobachtete er folgende auffallende Erscheinung: in allen Fällen, der Inductionsschlag mochte gerichtet sein wie er wollte und durch Schliessung oder Öffnung des primären Kreises erzeugt sein, blieb die Zuckungsgrösse bei allmählicher Steigerung der Stromstärke nicht auf demjenigen Werthe, der bis dahin als maximaler angesehen worden war, stehen, sondern ging über diesen Werth bei sehr beträchtlichen Stromstärken hinaus: mit einem Worte, es traten auch hier übermaximale Zuckungen auf. Meyer**), unter Fick's Leitung, widmete sich der besondern Untersuchung dieser Erscheinungen. Fick selbst behandelte in dem oben citirten Aufsatze nur die Frage über das Ausbleiben der Zuckung bei Reizung mit aufsteigenden Schliessungsinductionsschlägen; wenn bei dieser Stromrichtung die Stromstärke allmählich anwuchs, so blieben die Zuckungen bis zu einer gewissen Stromstärke constant (maximal). Bei weiterem Wachsen der Stromstärke nahmen die Zuckungen ab, blieben bei einem gewissen Werthe ganz aus, dann wuchsen sie wieder und erreichten ein zweites grösseres Maximum. Fick führt eine solche Versuchsreihe an und sagt, dass ähnliche Reihen ausser allem Zweifel bewiesen, dass der aufsteigende Schliessungsinductionsschlag sich ganz so wie der aufsteigende Kettenstrom von kurzer Dauer verhält. Aber wenn Fick die Reihe (Fig. 1)***), welche er durch den Inductionsschlag bekam, genauer verglichen hätte

---

*) A. Fick, Beitrag zur Physiologie des Elektrotonus. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1866.

**) A. Meyer, Beiträge zur Lehre von der elektrischen Nervenreizung. Inaugural-Dissertation. Zürich 1867.

***) A. Fick, Beitrag zur Physiologie des Elektrotonus etc. S. 52.

mit denjenigen Reihen (Fig. 21)*), welche er im dritten Abschnitte seiner Untersuchungen über elektrische Nervenreizung angeführt hat, so würde er bemerkt haben, dass die Erscheinung, welche er bei Inductionsschlägen beobachtet hat, nicht identisch ist mit der Erscheinung bei aufsteigenden Stromstössen, da bei letzteren die übermaximalen Zuckungen in der Periode vor dem Ausbleiben der Zuckung eintreten, bei Inductionsschlägen aber nach dem Ausbleiben derselben. Wenn der aufsteigende Schliessungsinductionsschlag sich wie der aufsteigende kurzdauernde Kettenstrom verhielte, so dürfte jener nach derjenigen Stärke, bei welcher die Zuckung ausbleibt, keine übermaximale Zuckung hervorrufen, da nach FICK's Untersuchungen in der letzteren Periode bei dem Stromstoss die Öffnungsreizung allein wirkt, welche nie übermaximale Zuckung hervorruft.

Diese eben erwähnte Überlegung, sowie der Umstand, dass die oben von mir mitgetheilten Untersuchungen gezeigt haben, dass die übermaximale Zuckung nur die Wirkung einer doppelten Erregung sein kann, veranlassten mich, eigene Versuche über die übermaximalen Inductionszuckungen anzustellen.

Ich habe diese Versuche, wie die früheren, mit dem HELMHOLTZ'schen Myographion ausgeführt. Ich habe gesucht, möglichst bei denselben Bedingungen die Versuche anzustellen, wie die oben erwähnten Forscher. Ich habe, wie MEYER, nur mit Schliessungsinductionsschlägen operirt. Die Schliessung des primären Kreises geschah vermittelst des PFLÜGER'schen Fallhammers, diesen habe ich absichtlich statt der Myographion-Wippe benutzt, um das oft eintretende Klirren der Wippe des Myographion zu vermeiden. Alle Vorsichtsmaassregeln gegen unipolare Wirkungen wurden getroffen. Wenn ich mit sehr starken Strömen operirte, stellte ich gewöhnlich vor jeder Reizung eine Prüfung auf unipolare Wirkungen an. Solche Versuche haben mir gezeigt, dass bei Stromstärken unter denjenigen,

*) A. FICK, Untersuchung über elektrische Nervenreizung. 1864. S. 42.

welche unipolare Wirkungen erzeugten, ganz congruente Muskelcurven gezeichnet wurden, wie der hier folgende Versuch zeigt; — übermaximale Zuckungen traten nie auf.

16. Versuch. 30. November 1867.

Schliessungsinductionsschläge des absteigenden Stromes. 4 Grove's.

Versuchszahl.	Rollenabstand in Cm.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	11.0	?	4.8
2	10.0	258.9	4.8
3	9.5	255.2	4.9
4	9.0	256.2	5.2
5	8.5	253.1	4.8
6	8.0	245.0	4.8
7	7.5	247.0	5.0
8	7.0	240.0	5.0
9	6.5	240.0	4.8
10	6.0	243.0	4.8
11	5.5	246.0	4.8
12	5.0	247.0	4.8
13	4.5	253.0	4.8
14	4.0	257.3	4.8
15	3.0	256.0	4.8
16	2.0	257.0	4.8
17	1.0	256.0	4.8

Dagegen bei denjenigen Versuchen, wo die Ströme enorm stark genommen wurden, so dass jedesmal unipolare Wirkungen eintraten, bekam ich übermaximale Zuckungen, wie die unverhältnissmässig grosse Zuckungshöhe und Zuckungsdauer des Muskels zeigte.

Ich führe hier zwei solche Versuche an.

14. Versuch. 26. November 1867.

Schliessungsinductionsschläge des aufsteigenden Stromes. 8 Grove's.

Versuchs-zahl.	Rollen-abstand in Cm.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	
1	12.0	260.2	5.7	
2	11.0	252.2	5.6	
3	10.0	245.6	6.0	
4	9.0	246.1	6.0	
5	8.0	262.0	6.1	
6	7.0	258.0	6.2	
7	6.0	246.0	6.0	
8	5.0	237.0	6.0	
9	4.0	286.2	6.1	unipolare Wirkung bei Schliessung des Kreises.
10	3.0	366.2	7.3	
11	2.0	308.4	7.3	

20. Versuch. 20. December 1867.

Schliessungsinductionsschläge des aufsteigenden Stromes. 4 Bunsen's.

Versuchs-zahl.	Rollen-abstand.	Zuckungs-dauer.	Zuckungs-höhe.	
1	10.0	?	5.2	
2	9.5	?	5.5	
3	9.0	?	6.0	
4	8.5	286.0	5.6	
5	8.0	289.0	5.8	
6	7.5	288.0	5.9	
7	7.0	289.0	5.9	
8	6.5	284.6	5.7	
9	6.0	286.2	5.7	
10	5.5	?	6.0	
11	4.0	279.2	5.6	
12	3.0	?	9.9	unipolare Wirkungen.
13	2.0	496.0	10.2	
14	1.5	?	7.2	
15	1.0	293.0	7.2	
16	0.0	290.0	6.3	

Sowohl FICK als MEYER haben in ihren Arbeiten ganz ohne Erwähnung gelassen, ob sie sich überzeugt haben, dass trotz der sehr starken Ströme (2—4 Grove's oder Bunsen's und beide Rollen des Schlittenapparates aufeinander geschoben), mit welchen sie operirt haben, unipolare Wirkungen ausblieben. Es kann sein, dass diese Forscher, wie PFLÜGER*) angenommen haben, dass der Schliessungsinductionsschlag der unipolaren Wirkung entbehre, während später DU BOIS-REYMOND**) gezeigt hat, dass dies nicht allgemein der Fall ist. Ausserdem kann es leicht vorkommen, dass bei Prüfung auf die unipolare Wirkung diese übersehen wird. Es ist nämlich nach meinen Erfahrungen nicht gleichgültig, ob bei der Prüfung auf die unipolare Wirkung der positive oder negative Poldraht die secundäre Rolle mit dem Nerven verbindet. Denn in letzterem Falle tritt unipolare Wirkung schon bei geringerer Annäherung der secundären Rolle an die primäre ein, als im ersteren Falle. Ausserdem ist nicht gleichgültig, ob der Poldraht, welcher ausser Verbindung mit der secundären Rolle gesetzt ist, in Berührung mit dem Nerven bleibt oder nicht. Lässt man diesen Poldraht dem Nerven anliegen, so dient er, selbst wenn er isolirt ist, als Ableiter für die an dem andern Poldrahte, welcher mit der Rolle in Verbindung steht, sich ansammelnde Elektricität hoher Spannung. Diese durchströmt das zwischen beiden Poldrähten gelegene Nervenstück und stellt, wenn dieses kurz, also von geringem Widerstande ist, einen Strom von grösserer Intensität her als wenn bei Entfernung des zweiten Poldrahtes vom Nerven der Muskel als Ableiter für die Elektricität dient. Denn in diesem Falle hat die Elektricität einen langen, feuchten Leiter, die myopolare Nervenstrecke zu durchsetzen, findet auf dieser Bahn grosse Widerstände und stellt deshalb einen Strom von geringerer Intensität her. Daraus ist es erklärlich, dass nur bei enorm

---

*) E. PFLÜGER, Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. 1859. S. 121.

**) E. DU BOIS-REYMOND, Reichert's und Du Bois' Archiv. 1860. S. 857. und Monatsberichte der Berliner Akademie. 1862. S. 378.

starken Strömen unipolare Wirkungen sichtbar werden, wenn dem Nerven nur ein Poldraht anliegt. Ich muss noch hervorheben, dass ich bei Prüfung auf die unipolare Wirkung den Schlittenapparat sammt allen Nebenapparaten auf Glasplatten aufgestellt habe, so dass keine Rede von Stromschleifen sein konnte.

Dass der positive Pol des offenen Inductionskreises weniger kräftig erregt als der negative Pol, hat schon früher GRÜNHAGEN*) beobachtet und meint diesen Unterschied zwischen beiden Polen daraus zu erklären, dass die dem positiven Pole angehörigen Drahtwindungen der secundären Rolle die innern Lagen derselben bilden und die in ihnen erzeugte positive Elektricität durch die primäre Rolle und den Eisenkern theilweise gebunden wird. Diese Erklärung ist jedenfalls nicht richtig, wie schon daraus hervorgeht, dass der positive Pol nicht nur im offenen Inductionskreise weniger kräftig erregt als der negative, sondern auch im geschlossenen Inductionskreise, wie schon früher CHAUVEAU**) beobachtet hat. Ausserdem ist aus vielen elektrotherapeutischen Erfahrungen uns bekannt geworden, dass der positive Pol auch des Kettenstromes weniger kräftig erregt als der negative; diese verschiedene Wirkung der beiden Pole des Kettenstromes für die Muskelreizung hat AEBY***) in seiner vor kurzem erschienenen Arbeit durch directe Versuche nachgewiesen. Wir sehen also, dass bei jeder Art der elektrischen Reizung der positive Pol weniger kräftig erregt als der negative, und dieser Unterschied zwischen beiden Polen hat gewiss tiefere bis jetzt noch nicht ermittelte physikalische Gründe.

Aber kehren wir zu den Versuchen über die übermaximalen Zuckungen, welche durch Schliessungsinductionsschläge

---

*) A. GRÜNHAGEN, Über die unipolare Zuckung. Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. 24. Bd. S. 167.

**) CHAUVEAU, Journal de la physiologie, par M. Brown-Séquard. 1859. p. 490.

***) AEBY, Du Bois-Reymond's und Reichert's Archiv. 1867. 6. Heft.

herbeigeführt werden, zurück. Die oben angeführten Versuche zeigen uns, dass die übermaximalen Zuckungen nur bei solchen Stromstärken eintreten, welche fähig sind, unipolare Wirkungen zu erzeugen; also ist auch in diesem Falle die übermaximale Zuckung eine doppelte Erregung — Summation zweier Reize —, nämlich des Schliessungsinductionsschlages und der unipolaren Abgleichung der Elektricität.

Ich gehe jetzt zur zweiten Erscheinung über, welche Fick bei Reizung mit aufsteigenden Schliessungsinductionsschlägen beobachtet hat, — nämlich, dass bei dem Wachsen der Stromstärke die Zuckungen bei gewissen Werthen abnehmen und dann ganz ausbleiben. Ich habe viele solche Versuche angestellt und konnte nie solche Stromstärken treffen, bei welchen die Zuckungen ausgeblieben wären; ich bekam allenfalls eine kleine Abnahme der Zuckungshöhe, aber unvergleichlich geringer als Fick. Um ganz sicher zu gehen und noch eine Controle zu haben, habe ich meine Versuche mit aufsteigenden Inductionsströmen auch ausgedehnt auf die Messung der Zeit der latenten Reizung, um festzustellen, ob diese ähnliche Gesetzlichkeiten zeige wie bei Reizung durch aufsteigende Stromstösse von variabler Stärke, aber ich konnte keine Spur derartiger Veränderungen bemerken. Ich führe einen solchen Versuch an.

23. Versuch. 19. December 1867.

2 Bunsen's. Schliessung des primären Kreises geschah vermittelst der Myographion-Wippe. Aufsteigender Strom. Intrapolare Nervenstrecke — 30 Mm. Belastung 25 Grm.

Versuchs-zahl.	Rollen-abstand in Cm.	Latente Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungs-höhe.
1	9.5	45.4	304.6 (?)	4.6
2	9.0	45.6	280.0	4.9
3	8.5	38.2	?	5.2
4	8.0	40.4	279.8	5.0
5	7.5	37.2	261.4	4.5
6	7.2	39.0	263.6	4.6

Versuchs-zahl.	Rollen-abstand in Cm.	Latente Reizung.	Zuckungsdauer.	Zuckungs-höhe.
7	7.0	37.2	?	5.3
8	6.5	35.4	266.3	5.0
9	6.0	35.6	263.4	5.0
10	5.5	37.5	?	5.0
11	5.0	37.2	255.5	5.0
12	4.5	41.7	264.0	5.0
13	4.0	40.4	260.4	5.0
14	3.0	42.0	257.9	5.0

Ich weiss selbst nicht, wie ich diesen Widerspruch zwischen meinen und FICK's Versuchen erklären soll. Es kann gewiss der Gedanke entstehen, dass ich in meinen Versuchen diejenige Stromstärke übersprungen habe, bei welcher die Zuckungen ganz ausbleiben mussten, was auch sehr leicht bei Reizung mit aufsteigenden Stromstössen vorkommen kann. Ich habe in allen diesen Versuchen ziemlich lange intrapolare Nervenstrecken gehabt, so dass man auch denken könnte, dass bei Reizung mit aufsteigenden Strömen von so kurzer Dauer wie Inductionsschläge diejenigen Vorgänge, welche bei dem Verschwinden des Anelektrotonus entstehen, schon vorüber waren, als die Erregungswelle von der Kathode diese Stelle passirte. Ich muss diese Frage bei Seite lassen, da ich keine Versuche über den Einfluss der Länge der intrapolaren Nervenstrecke bei Reizung mit Strömen von sehr kurzer Dauer angestellt habe. Jedenfalls ist die Erscheinung, welche FICK bei Reizung mit aufsteigenden Schliessungsinductionsschlägen beobachtete, nicht identisch mit der Erscheinung, welche wir bei Reizung mit den aufsteigenden Stromstössen gesehen haben, da bei Reizung mit Schliessungsinductionsschlägen nie eine übermaximale Zuckung im Sinne der Summation der Schliessungs- und Öffnungsreizung oder des An- und Abschwellens des Stromes hervortritt, wie bei den Stromstössen.

Ausgehend von diesen Versuchen über das Verhalten des

Schliessungsinductionsschlages zur Nervenerregung hebt Fick eine schon früher von Rosenthal *) ausgesprochene Vermuthung hervor, dass die durch den Schliessungsinductionsschlag hervorgerufene Erregung, wie die von der Schliessung des Kettenstromes, an dem negativen Pol entsteht, aber nicht, wie Pflüger annimmt, in der ganzen intrapolaren Strecke. Um diese Frage zu entscheiden, schlägt Fick folgenden Versuch vor, welchen er selbst wegen Mangels an einem feinen Myographion nicht ausführen konnte, — nämlich zu vergleichen die Zeit der latenten Reizung bei Reizung mit Schliessungsinductionsschlägen in ab- und aufsteigender Richtung. Ich habe solche Versuche angestellt und sie haben ohne allen Zweifel gezeigt, dass der Inductionsschlag ganz demselben Pflüger'schen Gesetze der Nervenerregung wie der Kettenstrom unterliegt. Ich werde hier zwei solche Versuche anführen.

2. Versuch. 16. December 1867.

2 Bunsen. Schliessungsinductionsschläge. Belastung 10 Grm. Intrapolare Nervenstrecke — 30 Mm.

Versuchszahl.		Stromesrichtung.	Latente Reizung.	Differenz.	Zuckungsdauer.	Zuckungshöhe.
1	a	absteigend.	39.0	—	281.2	4.7
				5.1		
	b	aufsteigend.	44.1	—	282.2	4.8
2	a	absteigend.	41.3	—	282.0	4.8
				5.3		
	b	aufsteigend.	46.6	—	?	4.8
3	a	absteigend.	38.5	—	280.0	5.0
				5.7		
	b	aufsteigend.	44.2	—	?	5.0

*) Rosenthal, Fortschritte der Physik im Jahre 1859. Berlin. 1861. S. 532.

6. Versuch. 18. December 1867.

Intrapolare Nervenstrecke 31 Mm. Die übrigen Versuchsbedingungen wie im vorigen Versuche.

Versuchs-zahl.		Stromes-richtung.	Latente Reizung.	Differenz.	Zuckungs-dauer.	Zuck-ungs-höhe.
1	a	absteigend.	45.6	—	308.2	5.2
				3.5		
	b	aufsteigend.	49.1	—	305.1	5.2
2	a	absteigend.	39.6	—	307.2	5.0
				4.6		
	b	aufsteigend.	44.2	—	303.0	5.0
3	a	absteigend.	39.8	—	304.4	5.0
				4.4		
	b	aufsteigend.	44.2	—	300.0	5.0
4	a	absteigend.	39.7	—	301.5	5.0
				5.5		
	b	aufsteigend.	45.2	—	294.0	5.0

Diese beiden Versuche sind in derselben Weise ausgeführt, wie die früheren, nur dass die Schliessung des primären Kreises dadurch geschah, dass die Myographion-Wippe als Nebenschliessung in diesen Kreis aufgenommen wurde. In allen diesen Versuchen sehen wir, dass, abgesehen von den kleinen Schwankungen der Zeit der latenten Reizung, welche von dem Absterben des Nerv-Muskelpräparates herrühren, eine constante Differenz zwischen den Zeiten der latenten Reizung durch ab- und aufsteigende Schliessungsinductionsschläge vorhanden ist.

Wenn ich diese Differenz für den Vers. 2 für 5,4 als Mittelzahl aus den 3 Versuchen, und für den Vers. 6 für 4,5 als Mittelzahl aus den 4 Versuchen annehme und aus der Länge der intrapolaren Nervenstrecke und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Schreibcylinders die Zeit berechne, um welche die Erregung durch den aufsteigenden Schliessungsinductionsschlag später eintrat als die Erregung durch den absteigenden Schliessungsinductionsschlag, so finde ich, dass für den Vers. 2 die Leitungs-

geschwindigkeit im Nerven 29,58 Mtr. in 1″ und für den Vers. 6 33,76 Mtr. in 1″ entspricht, welche Zahlen nahe stimmen mit der Zahl (27,25 Mtr.), welche Helmholtz für die Zeit der Fortpflanzung der Reizung in den motorischen Nerven der Frösche gefunden hat.

Diese Versuche lehren also, dass der Inductionsstrom ganz demselben Gesetze der Nervenerregung unterliegt wie der Kettenstrom, insofern als bei jenem die Reizung an der negativen Elektrode geschieht, wie bei Schliessung des Kettenstromes. Aber der Grund, dass wir bei Reizung mit den Inductionsströmen nicht alle diejenigen Erscheinungen beobachten können, welche wir bei dem Kettenstrom von kurzer Dauer gesehen haben, liegt darin, dass die übrigen Vorgänge, welche ein elektrischer Strom von der kurzen Dauer des Inductionsschlages hervorruft, sehr schwach entwickelt sind. Dies erscheint auch natürlich, wenn wir bedenken, dass alle jene Vorgänge bei dem Kettenstrom mit der Abnahme der Zeitdauer des Stromes bedeutend abnehmen; der Inductionsschlag aber dauert viel kürzere Zeit als die Stromstösse, welche wir als Reiz angewandt haben.

Anhang.

Ueber die Abhängigkeit der Erregung der motorischen Nerven von der Grösse des elektrischen Reizes.

Als Maass der Erregung eines motorischen Nerven wird gewöhnlich die Arbeit des betreffenden Muskels angenommen, so dass für die Bestimmung des Verhältnisses, welches zwischen dem elektrischen Reize und der Erregung des motorischen Nerven stattfindet, die Grösse des angewandten Reizes mit der vom Muskel geleisteten Arbeit verglichen wird.

Die betreffenden Versuche habe ich schon im Sommer 1866 angestellt, und da sie mich zur Bestätigung der im ersten Capitel der Untersuchungen von Fick dargelegten Ansicht, dass die Muskelarbeit innerhalb gewisser Bedingungen proportional

der Stromstärke wächst, geführt haben, so werde ich die Ergebnisse meiner Versuche ganz kurz mittheilen, hauptsächlich werde ich suchen die Bedingung zu zeigen, unter welcher diese Proportionalität am leichtesten zu Tage tritt.

Alle diese Versuche habe ich an lebenden Fröschen angestellt. Dem an ein entsprechendes Brettchen befestigten Frosche wurde die eine Arteria iliaca unterbunden, der N. ischiadicus frei präparirt, der Oberschenkel vom Rumpfe getrennt und an dem so erhaltenen Präparate wurden alle Muskeln sammt dem Unterschenkelknochen bis auf den M. gastrocnemius vermittelst des Femurstückes in einer Zange befestigt und das Sehnenende mit dem Rahmen des Pflüger'schen Myographions in Verbindung gesetzt, um in bekannter Weise die Zuckungshöhe des Muskels durch die vom Myographionstifte senkrecht gezogenen Linien zu messen. Der ganze Frosch befand sich in einer grossen, feuchten Kammer. Der Nerv lag auf unpolarisirbaren Thonelektroden, durch welche ihm die reizenden Ströme zugeführt wurden.

Als Reiz wurde der galvanische Strom von einer bestimmten kurzen Dauer angewandt. Zur Erzeugung solchen Stromes diente mir damals der Pflüger'sche Fallhammer, welcher in solcher Weise zwischen der erregenden Kette und dem Rheochord eingeschaltet wurde, dass der Strom geschlossen war von dem Augenblicke an, wo die Spitze des Schliessungshakens des Hammers die Quecksilberoberfläche beim Fallen erreicht hatte, bis zu dem Moment, wo der Kopf des Hammers auf die Wippe aufschlug. Die übrigen Bedingungen des Versuches waren ganz dieselben wie wir oben beschrieben haben.

Ich arbeitete mit absteigendem Strome und begann gewöhnlich mit äusserst schwachen Strömen und verstärkte dieselben allmählich. Zwischen je zwei Reizungen hielt ich eine Pause von 2—3 Minuten ein. Erst bei einer gewissen Stromstärke (minimale Zuckung) begann der Muskel zu reagiren, mit der Steigerung der Stromstärke nahm allmählich in der ersten Zeit die Zuckungshöhe des Muskels zu, bis schliesslich bei einer gewissen Stromstärke die maximale Zuckung erreicht wurde. Bei

so angestellten Versuchen sah ich gewöhnlich, dass die Unterschiede zwischen den ersten Hubhöhen immer bedeutend grösser waren als zwischen den letzten, obwohl die Zuwächse der Stromstärke ganz gleiche waren. Diese Unregelmässigkeit, die offenbar als Folge der während des Versuches veränderten Nervenerregbarkeit anzusehen ist, tritt besonders dann deutlich hervor, wenn man mit ganz kleinen Zuwächsen der Stromstärke operirt, bei solchen Versuchen sieht man oft, dass einer Steigerung der Stromstärke mitunter nicht nur keine Zunahme, sondern sogar eine Abnahme der Hubhöhe folgt. Ich theile hier einen solchen Versuch als Beispiel mit.

62. Versuch. 13. Juli 1866.

2 Grove's. Boussole mit 12,000 Windungen. Belastung 25 Grm. Pause zwischen den einzelnen Reizungen 3'. Anfang des Versuches 30' nach der Unterbindung der Art. iliaca.

Versuchs-zahl.	Rheochordlänge.	Boussole-ablenkungen.	Zuckungs-höhe.
1	2.000	7.65	1.80
2	2.050	8.05	3.20
3	2.100	8.20	3.20
4	2.150	8.40	3.00
5	2.200	8.60	3.00
6	2.250	8.75	3.00
7	2.300	8.90	2.80
8	2.350	9.05	2.20
9	2.400	9.25	2.20
10	2.500	9.60	1.80
11	2.600	9.90	1.80
12	2.800	10.45	2.20
13	3.000	11.10	2.80
14	3.200	11.75	3.50
15	3.400	12.30	3.90
16	3.600	12.90	4.60
17	3.800	13.45	4.60
18	4.000	14.10	4.80
19	4.500	15.70	6.00
20	5.000	16.55	6.50

Diese durch die Veränderung der Nervenerregbarkeit bedingten Unregelmässigkeiten, die auch FICK erwähnt, lassen sich, seitdem die Curve der Veränderung des Erregungsmaximums beim Absterben des Nerv-Muskelpräparates genauer bekannt geworden, auf folgende Weise eliminiren. Ich habe den Nerven zunächst mehremal mit einem Strome von geringer Stärke gereizt, bis ich für dieselbe Stromstärke wenigstens zwei ganz gleiche Hubhöhen erhielt; waren die Hubhöhen gross, so ging ich zu geringeren Stromstärken zurück und liess dieselben allmählich zur ursprünglichen Grösse anwachsen; waren dagegen die Hubhöhen gering, so suchte ich die möglichst geringe Stromstärke für die Maximalzuckung auf, ging dann zur ursprünglichen Stromstärke zurück und liess dieselbe allmählich ansteigen bis zu der Stärke, die ursprünglich die maximale Zuckung bedingte.

117. Versuch. September 1866.

Belastung 25 Grm. 25′ nach der Unterbindung der Art. iliaca. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher.

Versuchszahl.	Rheochordlänge.	Boussoleablenkungen.	Zuckungshöhe.
1	1.300	5.50	2.10
2	1.400	5.90	3.80
3	1.500	6.40	5.00
4	1.600	6.80	6.00
5	1.800	7.70	7.00
6	2.000	8.70	8.00

Auf der Fig. 5 *) sind diese Hubhöhen als photographische Abnahme von der Myographion-Glasplatte abgebildet.

*) Die Zahlen unter den Ordinaten bedeuten die Versuchszahlen.

121. Versuch. September 1866.

Anfang des Versuches 20′ nach der Unterbindung der Art. iliaca.

Versuchs-zahl.	Rheochord-länge.	Boussole-ablenkungen.	Zuckungs-höhe.
1	2.200	8.80	2.50
2	2.300	9.40	4.00
3	2.400	10.00	5.50
4	2.500	10.50	7.00
5	2.600	10.80	7.00

Die Zuckungshöhen von diesem Versuche sind auf der Fig. 6 abgebildet.

124. Versuch. September 1866.

30′ nach der Unterbindung der Art. iliaca. Die übrigen Versuchsbedingungen wie früher. (Fig. 7.)

Versuchs-zahl.	Rheochord-länge.	Boussole-ablenkungen.	Zuckungs-höhe.
1	3.000	9.80	7.80
2	2.800	9.10	7.50
3	2.600	8.40	6.50
4	2.500	8.00	4.50
5	2.400	7.70	2.50

100. Versuch. August 1866.

Anfang des Versuches nach der Unterbindung der Art. iliaca 40′.

Versuchs-zahl.	Rheochord-länge.	Boussole-ablenkungen.	Zuckungs-höhe.
1	1.000	2.80	1.50
2	1.200	3.40	3.10
3	1.400	4.00	4.80
4	1.600	4.50	6.00

Von diesem Versuch besitze ich keine photographische Abnahme der Hubhöhen.

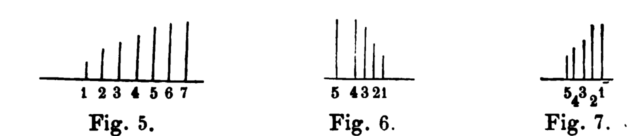


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Die oben angeführten Versuche, in welchen ich entweder von schwachen Stromstärken zu starken oder umgekehrt ging, zeigen, dass die Hubhöhe, respective Muskelarbeit, mit der Steigerung der Stromstärke proportional zunahm, genauer müssen wir sagen, dass die Differenzen zwischen den Hubhöhen proportional waren den Differenzen der Stromstärken, da bei einer schon messbaren Stromstärke die Muskelarbeit noch Null war. Unter der Annahme, dass die Muskelarbeit als Maass für die Erregung des motorischen Nerven gelte, können wir also sagen, dass die Nervenerregung proportional dem Reize steigt.

Ich habe gesucht, über die Proportionalität zwischen der Muskelarbeit und der Stärke des Reizes Versuche mit dem HELMHOLTZ'schen Myographion anzustellen, um die Frage zu entscheiden, ob die Proportionalität nur so lange existirt als der kurzdauernde Strom als einfacher Schliessungsreiz wirkt, ob auch noch nach dem Auftreten der Öffnungsreizung; im letztern Falle musste auch dieser zweite Reiz der Stromstärke proportional wachsen. Diese Versuche fielen auf die letzte Zeit, als die Frösche sehr wenig leistungsfähig waren, sie gaben sogar bei schwachen Belastungen sehr kleine Hubhöhen und die Erregbarkeit sank so schnell, dass es keine Möglichkeit war, mit schwachen Reizen zu operiren. Einige Reihen, welche ich bekam, zeigten mir, dass die Proportionalität noch existirte als der kurzdauernde Strom schon als doppelte Erregung wirkte, aber unter den misslichen Froschverhältnissen wurde es mir leider unmöglich, diese interessante Frage ganz zu Ende zu führen.

IV.

Weitere Beobachtungen, betreffend die Gallensecretion.*)

Von

R. Heidenhain.

Das in den folgenden Zeilen mitgetheilte Versuchsmaterial ist zu verschiedenen Zeiten gesammelt worden: im Sommer 1865 durch die Studirenden J. Lichtheim und M. Heidenhain**), im Sommer 1867 durch die Herren M. Kube und J. Szostakowski, Anfang 1868 durch mich selbst z. Th. in Verbindung mit meinem Assistenten Hrn. Dr. C. Pilz. Wenn wir auch nur spärliche Beiträge zu einer Erkenntniss der Gallensecretion liefern können, deren Mechanismus ein noch wenig bearbeiteter Gegenstand ist, so veröffentliche ich dieselben doch bereits jetzt, da eine Weiterführung der Untersuchung frühestens im nächsten Sommer-Semester möglich werden wird.

Im Anschlusse an frühere Bestrebungen, die Beziehungen des Nervensystems zur Gallensecretion zu ermitteln, unterwarfen wir die Frage einer experimentellen Prüfung, ob Reizung des Rückenmarkes einen Einfluss auf die Leberthätigkeit habe. Wir haben ermittelt, dass allerdings eine derartige Beziehung besteht; von welcher Natur, das wird erst nach Kenntnissnahme der Thatsachen zu besprechen sein.

---

*) Vgl. diese Studien Heft 2. S. 69.

**) Die damaligen Ergebnisse sind von Hrn. Lichtheim in seiner Inaugural-Dissertation (»Über den Einfluss des Rückenmarkes auf die Gallensecretion« Berlin 1867) bereits veröffentlicht worden.

Wenn man die Gallenmengen vergleicht, welche aus einer Gallenblasenfistel in Zeiträumen von 10—15 Min. entleert werden, während ein Mal das Thier sich selbst überlassen bleibt, das andere Mal das Rückenmark durch die Ströme des Magnetelektromotors vermittelst nadelförmiger Elektroden gereizt wird, die in den Hals- oder obern Rückentheil des Markes in gegenseitigem Abstande von 3—4 Wirbelhöhen eingesenkt werden: so stellt sich heraus, dass während der Reizungsperioden eine geringere Gallenquantität entleert wird, als während der Ruheperioden.

I. Versuchsbeispiel (LICHTHEIM a. a. O. S. 14). Curarisirtes Meerschweinchen; künstliche Respiration nach dem Tacte eines Metronoms. Inductionsströme so stark, dass das nicht narcotisirte Thier eben allgemeinen Tetanus bekommt.

	In 10 Min. aufgefangene Galle.
1) ohne Reizung	0,699 Grm.
2) mit »	0,446 »
3) ohne »	0,482 »
4) ohne »	0,425 »
5) mit »	0,267 »
6) ohne »	0,430 »
7) mit »	0,223 »
8) ohne »	0,435 »

Fasst man den Gang der Änderung der Ausflussgeschwindigkeit während der Dauer der Rückenmarksreizung genauer ins Auge, so stellen sich die Verhältnisse in wesentlich anderm Lichte dar. Die betreffenden Versuche wurden an Kaninchen in der Weise angestellt, dass nach Anlegung einer Fistel der Gallenblase, wobei der Ductus choledochus unterbunden wurde, oder einer Fistel des letzteren Ganges, wobei der Ductus cysticus aus nahe liegenden Gründen geschlossen wurde, die in der Fistel liegende Canüle durch einen Gummischlauch mit einer Glasröhre von 2,2 Mm. Lichtung in Verbindung gesetzt wurde, die mit einer Millimeterscala versehen war. Es wurde nun das Vorrücken der Galle in der Röhre während der Reizung des Rückenmarkes und während der Ruhe bestimmt. Ein Assistent, eine Secundenuhr in der Hand, gab alle viertel oder halbe Minuten

ein Zeichen, ein anderer Beobachter las den jedesmaligen Stand der Gallensäule in der Röhre ab.*) Die letztere war horizontal gelagert und zwar entweder in der Höhe der Gallenfistel oder mehr oder weniger hoch über dem Niveau derselben. Im ersteren Falle floss die Galle ohne Gegendruck, im letzteren Falle unter einem Drucke aus, dessen Grösse durch den senkrechten Abstand der Ebene der horizontal gelagerten Glasröhre von dem Niveau der Fistel bestimmt war.

Bei gelungenen Versuchen zeigt sich nun, dass beim Beginne der Reizung der Ausfluss der Galle sich beschleunigt. Die Beschleunigung hält nur eine gewisse Zeit lang an, dann sinkt die Ausflussgeschwindigkeit unter die Grösse, welche vor der Reizung bestand. Diese Verminderung hält während der Dauer der Reizung an, wenn diese nicht zu stark war und zu lange ausgedehnt wurde. Nach Unterbrechung der Reizung geht die Ausflussgeschwindigkeit wieder in die Höhe, aber nur allmählich, denn die Reizung hinterlässt eine Nachwirkung von einiger Dauer. Ich muss schon hier bemerken, dass man nicht jedesmal den ganzen Ablauf der beschriebenen Curve der Secretionsgeschwindigkeit zu sehen bekommt, sondern unter gewissen Bedingungen nur Stücke derselben, was sich aus der Erörterung der ganzen Versuche leicht erklären wird.

II. Versuchsbeispiel (16. 1. 68). Curarisirtes Kaninchen. Fistel der Gallenblase. In einzelnen aufeinander folgenden halben Minuten rückte die Gallensäule in der Röhre vor:

A. Bei dem Ausflussdrucke 0.

1. Während der Ruhe: 37, 38, 38, 34, 37, 37, 33, 37, 27 Mm.
2. Während der Reizung (Schlittenstand 4): 91, 116, 54, 22, 21, 7, 7, 14, 6, 8 Mm.
3. Während der Ruhe: 7, 16, 27, 25, 30, 25, 30, 23, 27, 25.

*) Die Gallensäule macht, den Respirationsbewegungen entsprechend, Schwankungen: bei jeder Inspiration rückt sie vor, bei der Exspiration zurück. Man kann als wirklichen Stand in einem bestimmten Augenblicke entweder das Mittel zwischen In- und Exspirationsstand nehmen, oder man kann, da es sich lediglich um vergleichende, nicht um absolute Messungen handelt, immer den Inspirationsstand oder den Exspirationsstand allein ablesen, was die Beobachtung sehr vereinfacht.

B. Bei einem Ausflussdrucke von 110 Mm.

1. Während der Ruhe: 23, 15, 11, 6, 18, 11, 5, 4, 6 Mm.
2. Während der Reizung: 54, 135, 27, 10, 8, 3, —1, —1, —2, 0.
3. Während der Ruhe: —4, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 7, 13, 15.

C. Ausflussdruck 0.

1. Während der Ruhe: 28, 30, 23, 16, 16, 16, 24, 13, 10.
2. Während der Reizung: 28, 43, 32, 33, 20, 21, 12, 12, 12.
3. Während der Ruhe: 9, 11, 15, 9, 14, 9, 8, 11, 14, 14.

D. Ausflussdruck 90 Mm.

1. Während der Ruhe: 26, 18, 18, 18, 11, 13, 5, 17, 20, 12, 4, 12.
2. Während der Reizung (Schl. 3): 53, 94, 28, 7, 0, 2, —6, —3, 0, —3, +3, —4.
3. Während der Ruhe: 0, —5, +3, 5, 3, —3, +11, 6, 4, 13, 13, 16, 16, 14.

III. Versuch (19. 1. 68). Bedingungen wie oben.

A. Ausflussdruck 0.

1. Ohne Reizung: 26, 17, 15, 35, 50, 40, 38, 32, 35, 33, 37, 28, 27.
2. Mit Reizung (Schlittenstand 8): 43, 57, 59, 24, 21, 17, 12, 11, 12, 15.
3. Ohne Reizung: 19, 21, 23, 22, 24, 25, 25, 22, 20, 22.
4. Mit Reizung: 27, 48, 26, 23, 16, 19, 21, 19, 15, 19.

B. Ausflussdruck 62 Mm.

1. Ohne Reizung: 17, 19, 15, 16, 20, 17, 15, 18, 17.
2. Mit Reizung (Schl. 4): 73, 43, 22, 18, 18, 19, 20, 20, 19, 17.
3. Ohne Reizung: 14, 14, 16, 19, 23, 14, 18, 20, 20, 23.
4. Mit Reizung: 40, 24, 14, 17, 24, 23, 22, 12, 22, 21.

C. Ausflussdruck 112 Mm.

1. Ohne Reizung: 10, 7, 7, 18, 10, 1, 4, 20, 17, 14, 15, 15, 13.
2. Mit Reizung (Schl. 4): 54, 63, 3, —9, 0, +2, +3.
3. Ohne Reizung: —2, +1, +1, +4, +2, 11, 8, 8, 10, 3, 3, 18, 12.

Es genügen diese Beispiele aus einer grösseren Zahl von Versuchen, um daran folgende Bemerkungen zu knüpfen.

Zunächst fällt auf, dass auch während der Ruhe der Thiere die Ausflussgeschwindigkeit der Galle eine durchaus nicht gleichmässige ist: es kommen in kurzen Zeiträumen erhebliche Schwankungen vor. Es liegt sehr nahe, den Grund davon in wechselnden Contractionszuständen des engen und gewunden verlaufenden Dct. cysticus zu suchen; Verengerung seines Lumens muss natürlich dem Abflusse der Galle grössere Widerstände entgegensetzen, womit sich die Ausflussgeschwindigkeit verringern wird, während das Secret sich in den Lebergängen und dem Choledochus oberhalb der Ligatur des letzteren derart aufstaut, dass bei wieder eintretender Erweiterung des Blasenganges ein plötzliches Hervorschiessen der Flüssigkeit zu erwarten sein wird. Dass in der That durch Zusammenziehungen des Dct. cysticus solche Unregelmässigkeiten des Abflusses herbeigeführt werden können, ist mir deshalb unzweifelhaft, weil wir bei Einleitung sehr starker Rückenmarksreizung oft die Gallensäule plötzlich unbeweglich stillstehen gesehen haben; selbst die mit den Lufteinblasungen synchronisch erfolgenden Schwankungen, welche stets bei freier Communication der Glasröhre mit den Gallenwegen beobachtet werden, wenn die Galle unter bedeutenderem Drucke ausfliesst, hörten auf, zum Beweise einer Unterbrechung der Communication. Aber es ist mir ebenso unzweifelhaft, dass in dem erörterten Verhalten des Cysticus der alleinige Grund für die beobachteten Unregelmässigkeiten nicht liegt, denn sie fehlen auch nicht, wenn man statt der Blase den Choledochus zur Anlegung der Fistel benutzt, wie man in später mitzutheilenden Versuchsbeispielen sehen wird.

Die zwei hauptsächlichsten Thatsachen, welche aus den obigen Versuchen sich ergeben, sind

1) die Steigerung der Ausflussgeschwindigkeit beim Beginne,

2) die Herabsetzung bei längerer Fortdauer der Rückenmarksreizung.

Die erstere ist stets deutlich, die letztere um so augenfälliger ausgesprochen, je höher der Druck ist, unter welchem die Galle ausfliesst. Bei Nulldruck ist sie oft geringer, aber, wie

ich nach andern der Raumersparniss wegen nicht mit aufgeführten Versuchen angeben darf, nicht selten auch sehr deutlich (vgl. u. A. im Folgenden Vers. IV und V).

Die Verhältnisse ändern sich im Wesentlichen nicht, wenn man statt der Blasenfistel eine Choledochus-Fistel (mit Unterbindung des Duct. cysticus) zum Auffangen benutzt.

Dürfte man voraussetzen, was nach den bisherigen Angaben der Histologen allerdings kaum gestattet ist, dass die ableitenden Gallenwege in weiterer Ausdehnung mit Muskelfasern versehen wären, deren Zusammenziehung die Gänge verengert, so würden sich die obigen Erscheinungen unschwer erklären lassen. Die anfängliche Steigerung des Ausflusses würde auf ein einfaches Austreiben bereits secernirter Galle zu beziehen sein, die spätere Herabsetzung darin ihren Grund finden, dass die verengten Ableitungswege der in den intralobulären Gallengängen secernirten Galle den Ausfluss erheblich erschwerten. Wenn, wie mehrere Fälle in den obigen Versuchsbeispielen zeigen, bei grossem Niveauunterschiede der Glasröhre und der Fistel sogar ein Rückfluss der Galle während des Verlaufes der Reizung eintritt (II, B, 2; D, 2; III, C, 2), so würde auch dieser Umstand sich leicht erklären lassen: die vorausgesetzten contractilen Elemente der Gänge müssen ja mit der Zeit ermüden, die ad maximum verengten Wege sich, um so eher, unter je höherem Drucke sie stehen, erweitern, und damit wird leicht ein Rückfliessen der Galle eintreten können, bis durch die gesteigerte Füllung der Gänge die Spannung ihrer Wände wieder zu einem dem Ausflussdrucke entsprechenden Grade gestiegen ist.

So plausibel diese Erklärung scheinen mag: ich hatte gegründete Bedenken, wenigstens die Herabsetzung des Ausflusses in der späteren Zeit der Reizung auf die erörterte Weise zu deuten. Mir lag nach anderweitigen Beobachtungen die Annahme viel näher, dass es sich nicht sowohl um eine Erschwerung des Ausflusses der secernirten Galle als um eine wirkliche Herabsetzung der Secretion handle, herbeigeführt durch Herabsetzung des Blutdruckes in den Lebercapillaren. Wir wissen ja durch eine ganze Anzahl neuerer Untersuchungen, dass die Gefässnerven

für die Arterien des grössten Theiles der Unterleibs-Eingeweide aus dem Rückenmarke stammen und ihren Bestimmungsort auf der Bahn der Nv. splanchnici erreichen. Directe Beobachtung kleinerer Arterien z. B. am Mesenterio lässt keinen Zweifel über die starke Verengerung, welche sie bei Rückenmarksreizung erfahren. Wenn aber die Zuflussröhren für das Capillargebiet der Pfortaderwurzeln sich verengen, muss in den Lebercapillaren der Blutdruck sinken, um so mehr, als auch die Zweige der Leberarterie, wie ich gesehen, sich stark zusammenschnüren. Es war sehr wahrscheinlich, dass damit eine Herabsetzung der Gallensecretion einhergehen würde.

Dieser zweiten Hypothese gegenüber prüfte ich zunächst die Haltbarkeit der ersten durch Versuche, welchen folgender Gedankengang zu Grunde lag.

Wenn in Folge der Rückenmarksreizung sich die Widerstände für den Gallenstrom innerhalb der ableitenden Gallenwege durch Verengerung derselben vergrösserten, so musste sich dies auch dann geltend machen, wenn der Strom seine Richtung umkehrte. Man kann nun, wie an einem andern Orte*) gezeigt worden, in der Leber energische Resorption veranlassen, wenn man in die Gallenwege unter einem den »Secretionsdruck« übertreffenden Drucke Flüssigkeit einfliessen lässt. Eine Verengerung der Gänge und damit eine Vergrösserung der durch sie gesetzten Stromwiderstände bei der Rückenmarksreizung vorausgesetzt, musste offenbar während der Reizung die auf die obige Weise eingeleitete Resorption ebenso sinken, wie wir es von dem Gallenausfluss aus einer Fistel im Verlaufe der Reizung gesehen haben.

Der Resorptionsversuch wurde so angestellt, dass die horizontale Glasröhre, nach vorgängiger Füllung derselben wie des sie mit der Fistelcanüle (Choledochus-Fistel) verbindenden Gummischlauches, so hoch über das Niveau der Gallenwege erhoben wurde, dass in der Glasröhre ein allmähliches Rücksteigen

*) Arch. f. Anat. und Physiol. von Reichert und Du Bois-Reymond. Jahrg. 1860. S. 646.

der Flüssigkeit stattfand. Als zu resorbirende Flüssigkeit wählte ich anfangs eine Lösung von Berlinerblau, später eine Lösung von indigschwefelsaurem Natron, weil ich bemerkte, dass die erstere Substanz in den Gallenwegen gefällt wurde. Mit Hülfe der letzteren Flüssigkeit gestaltet sich der Versuch sehr interessant: man kann in kurzer Zeit den Vorgang des Resorptions-Icterus unter der Gestalt einer künstlichen Blausucht verlaufen sehen. Nachdem nämlich die Resorption des Indigcarmins eine Zeit lang gewährt hat, färben sich die Schleimhäute, am leichtesten sichtbar die Conjunctiva, sodann die serösen Häute, die Fascien u. s. f. blau; sehr bald wird auch blauer Harn entleert. Am wenigsten färbt sich die Leber selbst: an ihrer Oberfläche gewahrt man allenfalls bei sorgsamem Nachsuchen hier und da eine ganz leichte Färbung zwischen den Läppchen, diese selbst aber bleiben ungefärbt. Wirft man nach Beendigung des Versuches, den man beliebig lange fortsetzen kann, kleine Leberstücke in absoluten Alkohol, so findet man nach der Erhärtung auf Durchschnitten nur die intralobulären ableitenden Gallenwege und ihre Umgebung, nicht die interlobulären Galle bereitenden Gänge gefärbt — vorausgesetzt, dass man nicht etwa den Druck zu weit über das für die Resorption nothwendige Maass gesteigert hat: denn in diesem Falle entstehen Zerreissungen und Extravasate. *) Unterbricht man zu einer Zeit, wo bereits die Conjunctiva sich gebläut hat und blauer Harn entleert worden ist, die Resorption, um die Leber ihrer normalen Function zu überlassen, so fliesst nach einiger Zeit aus der Fistel wieder

*) Injicirt man nach dem Tode des Thieres die Leber mit einer Spritze, bis sich die Oberfläche blau färbt, so dass das indigschwefelsaure Natron durch das ganze Organ diffundirt, so findet sehr bald eine Reduction desselben statt; das Innere der Leber entfärbt sich völlig, aber auf jedem Schnitte, der das Leberparenchym der Luft aussetzt, tritt schnell Bläuung ein. — Legt man grössere Leberstücke in schwachen Alkohol, so dringt dieser nur in die oberflächlichen Partieen: hier findet keine Entfärbung statt, dagegen in der Tiefe, bis wohin der Alkohol nicht schnell genug vordrang, um postmortale Zersetzungen zu verhindern. Die Entfärbung kann ganz verhindert werden, wenn kleine Leberstücke in absoluten Alkohol gelegt werden.

völlig klare Galle. Alle diese Thatsachen scheinen mir evident zu beweisen, dass die Resorption nicht innerhalb der Leberläppchen im Bereiche der Galle bereitenden Canälchen stattfindet, denn sonst müsste sich während der Resorption die Leber durch und durch blau färben*), man müsste die intralobulären Gallengänge blaugefärbt finden, wie in dem bekannten Versuche von CHRONOZEWSKI, sondern innerhalb der interlobulären die Galle ableitenden Wege. Wir haben uns vorzustellen, dass, während hier unter dem herrschenden Drucke fort und fort Flüssigkeit filtrirt, nichts destoweniger innerhalb der Leberläppchen ununterbrochen Galle producirt wird, die gleichzeitig mit der von aussen in die interlobulären Gänge eingetriebenen Flüssigkeit zur Resorption gelangt. Der Ort der Resorption in der Leber ist also ein anderer als der Ort der Secretion: letztere geschieht innerhalb der Läppchen, erstere zwischen denselben. Wenn sich beim Icterus die Leberzellen gelb färben, so geschieht dies gewiss erst secundär: nicht dadurch, dass von den intralobulären Gängen aus, die zwischen den Zellen liegen, die Galle durch die Zellen hindurch in die intralobulären Capillaren zurücktritt, sondern dadurch, dass bei fortwährend andauernder Secretion fortwährend durch die Wände der interlobulären Gänge Galle filtrirt, die sich von hier aus auf dem Wege der Lymphbahnen schliesslich auch in die Läppchen hinein verbreitet. — Das Druckmaximum, bis zu welchem in einer mit den Gallenwegen verbundenen verticalen Glasröhre die Galle aufsteigt, bezeichnet also denjenigen Druck, bei welchem in den interlobulären Gängen in der Zeiteinheit gerade so viel Galle filtrirt, als die intralobulären Gänge liefern.

Kehren wir nun zurück zu der Frage, wie sich der durch Überdruck eingeleitete Resorptionsvorgang gestaltet, wenn das

---

*) Dass nicht etwa das indigschwefelsaure Natron in die Leberzellen eindringt und nur von diesen reducirt wird, geht daraus hervor, dass ein nach dem Tode der Luft ausgesetzter Leberschnitt sich nicht durchweg blau färbt, was geschehen würde, wenn die Leberzellen mit reducirtem Indigcarmin gefüllt wären. Vgl. die vorige Anmerkung.

Rückenmark in ähnlicher Weise wie bei den früheren Secretionsversuchen gereizt wird.

Während der ersten Zeit der Reizung wird regelmässig der Rückgang der Flüssigkeitssäule in der horizontalen Glasröhre, welche die zu resorbirende Flüssigkeit liefert, verringert, ja es findet sogar recht oft anfänglich ein Stillstand des Rückganges oder ein Vorgehen statt, d. h. unter demselben Drucke, unter welchem vor der Reizung Flüssigkeit aus der Röhre ausfloss, strömt jetzt Flüssigkeit in die Röhre ein. Dies ändert sich aber bald bei längerer Fortsetzung der Reizung: sie führt beschleunigtes Zurückfliessen herbei.

IV. Versuchsbeispiel (31. 1. 68). Curarisirtes Kaninchen. Fistel des Dct. choledochus. Das Vorrücken der Flüssigkeitssäule im Sinne der Resorption wird durch ein — Zeichen, im Sinne des Ausfliessens aus den Gallenwegen durch ein + Zeichen angedeutet.

Die Flüssigkeit in der horizontalen Glasröhre rückt in den einzelnen auf einander folgenden halben Minuten um Mm.:

A. Glasröhre 230 Mm. über dem Niveau der Fistel:

1. Ohne Reizung: —24, +14, +3, —15, —8, —9, —6, —12, —12.
2. Mit Reizung (Schlittenstand 6): +175, +130, +35, —10, —20, —34, —32, —49, —40, —60, —60, —60, —80, —95.
3. Ohne Reizung: —90, —87, —72, —68, —67, —58, —53, —52, —50, —46.

Pause von 6 Min., um die entleerte Glasröhre neu zu füllen.

B. Glasröhre 195 Mm. über dem Niveau der Fistel:

4. Ohne Reizung: —14, —13, —12, —10, —11, —10, —9.
5. Mit Reizung (Schl. 6): +60, +21, —14, —33, —43, —40, —44, —57.
6. Ohne Reizung: —42, —40, —38, —47, —39, —28, —22, —20, —14, —18.
7. Mit Reizung (Schl. 6): —5, —13, —23, —42, —41, —39.
8. Ohne Reizung: —36, —37, —33, —29, —23, —19, —16, —17, —16, —14, —16.
9. Mit Reizung: —6, —11, —24, —30, —30, —34.
10. Ohne Reizung: —31, —25, —30, —21, —17, —17.

An diese Resorptionsversuche wurden noch einige Secretionsbeobachtungen angeschlossen und zu diesem Behufe die horizontale Glasröhre in das Niveau der Fistel gebracht, so dass die Galle unter

Null-Druck ausfloss. Die Zahlen bedeuten jetzt lediglich das Vorrücken im Sinne des Ausflusses aus den Gallenwegen.

1. Ohne Reizung: 15, 15, 11, 11, 10, 11, 10, 10, 10.
2. Mit Reizung (Schl. 6): 10, 25, 24, 12, 10, 6, 6, 8, 11, 6.
3. Ohne Reizung: 12, 11, 10, 12, 10, 9, 5, 10, 12, 13, 14, 13, 14, 14, 13, 13.
4. Mit Reizung: 11, 23, 27, 21, 18, 12, 10, 7, 8, 6, 7, 5, 5, 5, 7, 4, 5, 6.
5. Ohne Reizung: 4, 4, 3, 3, 4, 5, 6, 5, 6, 7, 8, 6, 2, 0, 2, 0, 3, 15, 20, 10, 5, 5, 6, 7, 8, 6, 8, 6.

Das letzte Ansteigen in der Periode ohne Reizung ist im Ganzen gering, da das Thier durch die lange Versuchsdauer bereits sehr erschöpft war, aber gleichwohl doch nicht zu verkennen.

V. Versuchsbeispiel (1. 2. 68). Alles wie in Vers. IV.

A. Druck 190 Mm.

1. Ohne Reizung: —12, —14, —12, —15, +24, —16, —16, —14, —8, —10, —10.
2. Mit Reizung (Schl. 6): +100, +37, —16, —19, —17, —30, —33, —44, —53, —60.
3. Ohne Reizung: —70, —75, —70, —65, —62, —55, —51, —43, —41, —32, —28, —21, —19, —14, —11, —7, —7, —5.
4. Mit Reizung: +40, +15, —20, —34, —32, —26, —34, —33.
5. Ohne Reizung: —33, —36, —45, —41, —42, —44, —33.

Hier musste wegen Entleerung der Röhre die Beobachtung abgebrochen werden. — Einige Secretionsbeobachtungen bei dem Ausflussdrucke = Null ergaben folgende Resultate:

B. Druck Null.

1. Ohne Reizung: 11, 11, 10, 11, 10.
2. Mit Reizung: 18, 11, 3, 2, 4, 4, 4, $4^1/_2$.
3. Ohne Reizung: $3^1/_2$, 4, 4. 3, 2, $3^1/_2$, $4^1/_2$, $3^1/_2$, 4, $4^1/_2$, 6, 5, 5, 6, 6, 5, 5, 5, 5, $5^1/_2$, $5^1/_2$, 6, 5, 6.

Fassen wir nun die Ergebnisse der Resorptionsversuche zusammen mit den Resultaten der frühern Secretionsversuche, so stellt sich als Folge der Rückenmarksreizung heraus:

	Secretion:	Resorption:
Erste Periode:	Beschleunigung.	Herabsetzung, selbst anfangs Aufhebung der Resorption (IV, A, 2; B, 5; V, 2, 5).
Zweite Periode:	Herabsetzung.	Beschleunigung.

Ich bemerke ausdrücklichst, dass ich hier nur der Kürze wegen einfach von »Secretion« und »Resorption« spreche. Die unmittelbare Beobachtung lehrt nur die Geschwindigkeit des Ausfliessens der Galle und die Geschwindigkeit des Rückfliessens kennen; wir haben uns aber bereits darüber verständigt, dass während des unter höherem Drucke stattfindenden Rückfliessens die Secretion in den Galle bereitenden Wegen nicht sistirt, sondern nur die Resorption in den Galle ableitenden Wegen überwiegend geworden ist.

Bleiben wir zunächst bei der zweiten Periode stehen. Wir hatten als möglichen Grund für die Verminderung des Ausfliessens der Galle eine Erschwerung des Gallenstromes in den ableitenden Gängen wegen Verengerung derselben aufgestellt. Eine solche Verengerung müsste aber, wie schon oben bemerkt, ebensowohl den Rückfluss der Galle hemmen, wie das Ausfliessen. Da das nicht der Fall ist, vielmehr der Rückfluss sich beschleunigt, muss jene Hypothese aufgegeben werden.

Die Resorptionsversuche erfordern noch eine weitere Erwägung, in Betreff der zweiten Periode der Reizung, während welcher ein so stark beschleunigter Rückgang der Flüssigkeit in der horizontalen Glasröhre stattfindet.

Nach unserer oben entwickelten Vorstellung findet, wenn unter höherem Drucke in den ableitenden Gallenwegen Flüssigkeit filtrirt wird, trotzdem in den Leberläppchen fortwährend Secretion statt. Der Rückgang der Flüssigkeit in der horizontalen Röhre bedeutet also nur, dass die Resorption über die Secretion überwiegt. Bei constantem Verhältnisse zwischen Secretion und Resorption wird der Rückgang ein gleichmässiger sein. In der That stellt sich in den Perioden, wo keine Reizung stattfindet, auch in der Regel eine leidliche Gleichmässigkeit her, nachdem die Nachwirkung der Reizung vorübergegangen

ist. Die während der zweiten Periode der Reizung stattfindende erhebliche Beschleunigung des Rückganges könnte von einer Verminderung der Secretion allein oder von einer Vermehrung der Resorption allein oder von einem Zusammentreffen beider Umstände herrühren. Die mitgetheilten Versuchszahlen entscheiden für das Letztere, denn sie beweisen, dass die Beschleunigung des Rückganges zu bedeutend ist, um sich aus einer Herabsetzung der Secretion bei unveränderter Resorption erklären zu lassen. Betrachten wir, um dies nachzuweisen, genauer das Versuchsbeispiel V. Bei einem Ausflussdrucke gleich Null beträgt das Vorrücken für die halbe Minute höchstens 11 Mm. (B, 1). Bei hohem Drucke wird die Secretion ganz sicher nicht grösser sein. Bei einem Drucke von 190 Mm. beträgt ohne Reizung in Vers. A, 1 der Rückgang 10—16 Mm. Nehmen wir nun an, dass während der Reizung die +11 Mm. entsprechende Secretion ganz aufhörte, so würde der Rückgang höchstens auf 21—27 Mm. steigen dürfen; er steigt aber auf 60 Mm. Ebenso steigt er von 5—7 Mm. (Vers. A, 3) auf 33—34 Mm. (A, 4), also wieder um eine 11 Mm. weit übertreffende Grösse. Selbst die vollständige Aufhebung der Secretion macht also die Beschleunigung des Rückganges nicht erklärlich; sie wird es nur durch eine erhebliche Beschleunigung der Resorption. Wir können also mit Recht annehmen, dass in der zweiten Periode der Rückenmarksreizung nicht bloss die Gallensecretion verringert, sondern auch die Resorption, falls die ableitenden Wege unter hohen Druck gesetzt sind, gesteigert werde.

Nachdem dies festgestellt ist, treten wir jetzt der zweiten oben aufgestellten Hypothese näher, nach welcher die Verminderung der Secretion und, wie wir jetzt hinzufügen können, die Vermehrung der Resorption abhängig gedacht wird von der Herabsetzung des Capillardruckes in der Leber. Dass in der That bei der Reizung des Rückenmarkes eine erhebliche Herabsetzung des Druckes stattfinden müsse, ist nach dem Verhalten der Abdominalarterien zweifellos. Dass aber diese Herabsetzung sowohl eine Verminderung der Secretion als eine Vermehrung

der Resorption herbeizuführen im Stande sei, ist sehr wahrscheinlich. Bereits FRERICHS hat die Frage aufgeworfen*), ob nicht Druckverminderung in den Lebercapillaren eine Vermehrung der Gallenresorption herbeiführen müsse, worauf gewisse Formen des Icterus zurückzuführen sein würden. Wir haben Versuche angestellt, welche diesem Einflusse des Blutdruckes vollständig das Wort reden.

Die Herren KUBE und SZOSTOKOWSKI machten unter meiner Leitung folgende Beobachtungen: Bei einem auf die gewöhnliche Weise mit Curara vergifteten Hunde wurde mit der Gallenblase nach Unterbindung des Choledochus eine vertical stehende mit Millimeter-Scala versehene Glasröhre in Verbindung gesetzt. In derselben erreichte die Galle in dem Zeitraume von 11 Uhr 54 Min. bis 12 Uhr 22 Min. einen constanten Stand von 146—147 Mm. (Mittel aus den Respirationsbewegungen entsprechenden Schwankungen zwischen 136—156 Mm.). Bei diesem Stande also wurde in der Zeiteinheit ebenso viel Galle in den ableitenden Wegen resorbirt als in den Läppchen producirt. Nachdem 90 Ccm. Blut aus der Carotis entzogen worden waren, sank die Gallensäule in den nächsten 5 Min. von 146 auf 126,5 Mm. Die Resorption war also überwiegend geworden. Allmählich begann wieder ein Ansteigen der Gallensäule, was sich daraus leicht begreift, dass nach mässigen Blutentziehungen der herabgesetzte Druck durch vermehrte Contraction der Gefässmusculatur bekanntlich oft wieder in die Höhe getrieben wird. In 4 Min. wurde der ursprüngliche Stand von 146 Mm. wieder erreicht, jedoch nur auf kurze Zeit, denn es trat nochmals stetiges Sinken ein. Von dem mittlerweile defibrinirten und filtrirten Blute wurden jetzt 87 Ccm. in eine Vena jugularis externa injicirt: die Gallensäule stieg stetig in 9 Min. auf 178 Mm. Nach nochmaliger Blutentziehung von beträchtlichem Umfange fand in 5 Min. Sinken auf 142 Mm. statt.

Zu demselben Resultate führte ein Versuch an einem Kaninchen. Der Druck der Gallensäule erreichte in 35 Min. eine constante Höhe von 163—168 Mm.; nach Entziehung von 20 Ccm. Blut sank sie in $5^1/_4$ Min. auf 15 Mm., um nach Injection von 15 Ccm. defibrinirten Blutes in $1^3/_4$ Mm. wieder auf 46 Mm. zu steigen.

Beide Versuche lehren, dass bei Herabsetzung des Blutdruckes durch Blutentziehung diejenige Druckgrösse, bei welcher die Resorption in den ableitenden und die Secretion in den be-

*) Klinik der Leberkrankheiten. Braunschweig 1858. I. S. 93 u. 94.

reitenden Gallenwegen sich in's Gleichgewicht setzen, sinkt; dass umgekehrt bei Steigerung des Blutdruckes durch Blutinjection jener Gleichgewichtsdruck steigt.

Auf anderm Wege waren zu entsprechenden Ergebnissen bereits früher die Studirenden MAX HEIDENHAIN und J. LICHTHEIM gelangt. Die Herabsetzung des Blutdruckes wurde durch Compression der Aorta unmittelbar hinter dem Abgange der Kopfarterien herbeigeführt, die sich bei Kaninchen ohne besondere Schwierigkeit herbeiführen lässt.

Die Gallensäule hatte sich in einem Versuche in der verticalen Glasröhre auf 115 Mm. constant eingestellt. Sie zeigte folgende Senkungen, resp. Reizungen, wenn der Blutstrom 1 Min. lang unterbrochen, resp. freigegeben wurde: —6,5 Mm.; +1; —4,5; +3; —6; +2,5; —5; +3,5. — Bei einem andern Thiere hatte die Gallensäule einen constanten Stand von 242 Mm. erreicht; Compression der Aorta während 1 Min. bedingte Sinken auf 203 Mm.; nach Freigebung des Blutstromes stieg sie in 2 Min. auf 225 Mm.. bei erneuter Compression von 2 Min. fand erneutes Sinken auf 199 Mm. statt u. s. f.

Wie ersichtlich, stimmen die Ergebnisse dieser Beobachtungen, bei welchen der Blutdruck durch mechanische Mittel geändert wurde, vollständig zu der oben ausgeführten Annahme, dass die bei Reizung des Rückenmarkes in der zweiten Periode auftretende Verlangsamung der Gallensecretion, resp. die Beschleunigung der Resorption auf die Herabsetzung des Capillardruckes in der Leber zu beziehen sei, welche die nothwendige Folge der mit der Reizung verbundenen Verengerung der kleinen Arterien ist. Wir brauchen uns nach keiner weitern Ursache für den besprochenen Einfluss der Markerregung auf die erörterten Vorgänge in der Leber umzusehen, da die besprochene zur Erklärung der Erscheinung ausreicht.

Zur Unterstützung dieser Deutung dienen noch Versuche, welche in grösserer Zahl von den Herren M. KUBE und J. SZOSTAKOWSKI in der Weise angestellt worden sind, dass gleichzeitig mit den Änderungen der Gallensecretion bei Rückenmarksreizung die Änderungen des Blutdruckes in der Carotis beobachtet wurden. Eine beträchtliche und dauernde Herabsetzung der Aus-

flussgeschwindigkeit der Galle trat immer nur dann ein, wenn eine erhebliche Steigerung des Druckes in den grossen Arterien herbeigeführt wurde, d. h. also, wenn die kleinen Arterien sich beträchtlich verengten, also der Capillardruck beträchtlich sank.

Viel schwieriger ist die Beurtheilung des Erfolges der Rückenmarksreizung während der ersten Periode; er bestand, wie man sich erinnert, in einer Beschleunigung des Gallenausflusses bei den Secretions-, in einer Verminderung, resp. völligen Aufhebung des Rückflusses bei den Resorptionsversuchen.

Beide Erscheinungen lassen, wie leicht ersichtlich, zunächst an zwei Erklärungsmöglichkeiten denken. Es könnte sich erstens um eine wirkliche Vermehrung der Gallen*secretion* handeln, herbeigeführt durch vom Rückenmarke zur Leber gehende Secretionsnerven. Dass trotz fortbestehender Reizung in der zweiten Periode die Secretion allmählich erlahmt, würde sich dann aus der Gefässverengerung erklären, welche das Secretionsmaterial erheblich beschränkt. Man könnte aber zweitens an eine Austreibung des in den Gallenwegen enthaltenen Secretes durch Contraction derselben denken, welche bei fortbestehender Reizung allmählich nachlässt. Wer Versuche ähnlicher Art wie die obigen anstellt, wird sich des Eindruckes schwer erwehren, dass in der That bei der Rückenmarksreizung zunächst ein plötzliches Austreiben vorhandenen Secretes geschehe. Ja schon die Wahrnehmung der häufigen Unregelmässigkeiten, welche die Ausflussgeschwindigkeit der Galle auch ohne Rückenmarksreizung zeigt, der Schwankungen, welche bei Resorptionsversuchen auftreten (vgl. IV, A, 1 und V, A, 1), legt jenen Gedanken sehr nahe. Ihm steht aber die bisher allgemein gültige Annahme, dass die Gallenwege, abgesehen von der Blase und ihrem Gange, contractiler Elemente entbehren, entgegen. Nur für den Choledochus geben einige Beobachter, namentlich KÖLLIKER, die Anwesenheit spärlicher contractiler Faserzellen zu, welche andere Autoren vermissten. Von den Gallengängen wird ganz allgemein behauptet, ihre Wandung bestehe nur aus derbem, kernreichen Bindegewebe und elastischem Gewebe. Ich habe nun viel Mühe darauf verwandt, über die Frage nach der An- oder

Abwesenheit contractiler Faserzellen in den Gallengängen in's Klare zu kommen, da von ihrer Beantwortung ja die Entscheidung zwischen den beiden oben aufgestellten Möglichkeiten abhängt, und glaube schliesslich zu zweifellosen, positiven Resultaten gekommen zu sein, die ich um so mehr immer und immer wieder geprüft habe, als ja Histologen ersten Ranges sich so bestimmt für den Mangel jener Elemente aussprechen.

Zunächst erwähne ich für diejenigen, welche sich mit der Wirkung des von F. E. Schulze empfohlenen Chlorpalladiums auf die contractilen Faserzellen bekannt gemacht haben*), dass dieses Reagens in einer bestimmten Wandschicht der Gänge die für die glatten Muskeln charakteristische Gelbfärbung ebenso entschieden hervorruft wie in der T. media der Arterien. Ich fertige die bezüglichen Präparate so an, dass ich die Leber, deren Gänge noch während des Lebens des Thieres mit Indigcarmin oder löslichem Berlinerblau gefüllt sind, frisch der Leiche entnommen, in absoluten Alkohol lege, und zwar verhältnissmässig kleine Organstücke in grosse Volumina der Flüssigkeit, um möglichst schnelle Entwässerung herbeizuführen. Nach 24 Stunden lassen sich sehr feine Schnitte mit Bequemlichkeit herstellen, die ich in eine mit Salzsäure ganz schwach versetzte Lösung von Chlorpalladium (1:900) bringe. Nach einigen Stunden können die Präparate in Wasser oder Glycerin untersucht werden. Man findet die cylindrischen Epithelialzellen in den interlobulären Gallengängen sehr wohl erhalten. Unter dem Epithel liegt eine derbe Gewebsschicht von strohgelber Färbung, deren Elemente zum grossen Theile circulär verlaufen und in welcher zahlreiche, längliche Kerne sichtbar sind. Doch überzeugt man sich auf Quer- wie Längsschnitten der Gänge, dass zwischen den ringförmig verlaufenden auch longitudinal verlaufende Elemente in nicht geringer Zahl vorkommen. Die Rings- und die Längsfaserschicht sind nicht strenge geschieden, sondern es werden Bündel des einen Verlaufes durch Bündel des andern Verlaufes von einander getrennt. Die Elemente der quer-

*) Max Schultze's Arch. f. mikr. Anat. III. 480.

durchschnittenen Bündel können leicht für lymphoide Zellen gehalten werden, denn man sieht in ihnen oft sehr deutlich einen dunkleren Kern, umgeben von hellerer Zellsubstanz. An diese derbe, undurchsichtige, gelbe Schicht stösst aussen lockeres Bindegewebe, dessen Bündel in der sauren Flüssigkeit gequollen und vollkommen farblos sind, während die eingestreuten, netzartig anastomosirenden Bindegewebskörperchen sich gelb färben.

Wenn die Angabe von F. E. SCHULZE richtig ist, dass weder die elastischen Fasern (sie bleiben durchsichtig klar) noch die Intercellularsubstanz des Bindegewebes sich durch Chlorpalladium färben, dass dasselbe somit als specifisches Erkennungsmittel für contractile Faserzellen gelten könne, wenn letztere in Bindegewebsmassen eingesprengt sind, so würden derartige Präparate schon genügen, um die contractilen Elemente nachzuweisen. Der genannte Forscher giebt zwar an, dass das Protoplasma der Bindegewebskörperchen eine Gelbfärbung erfahre; allein in der besprochenen Wandschicht geht die Gelbfärbung weit über die Umgebung der sichtbaren Kerne hinaus, sie erstreckt sich ganz und gar über den Durchschnitt der Schicht. Bei sehr dünnen Schnitten sieht man, durch die Gelbfärbung stark hervortretend, oft spindelförmige, kernhaltige Gebilde, die über die Anwesenheit von Faserzellen kaum einen Zweifel lassen. Inzwischen wünschte ich in Erinnerung an die leidige Erfahrung, dass die Färbungen in der Histologie neben vielem Guten, zu welchem sie uns verholfen, mancherlei Unheil angerichtet haben, doch noch zu grösserer Sicherheit dadurch zu gelangen, dass ich die in den Gängen vermutheten contractilen Zellen isolirte, — eine mit grossen Schwierigkeiten verknüpfte Aufgabe. Man kann ja leicht die interlobulären Gänge beträchtlich weit in die Leber hinein verfolgen und von ihrer Umgebung leidlich trennen. Hat man derartig präparirte Gänge in eine der zur Isolirung glatter Muskelfasern gebräuchlichen Flüssigkeiten, z. B. in MOLESCHOTT's 32,5 $^0/_0$ige Kalilauge gelegt, so gelingt es unschwer, aus den Wandungen zweifellose contractile Faserzellen herauszuzupfen, aber man findet in der Wandung

auch fast immer Stücke mikroskopischer Arterien oder Venen mit deutlicher Muscularis, so dass der Ursprung der gesuchten und gefundenen Elemente zweifelhaft bleibt. Um derartige Irrthumsquellen auszuschliessen, verfahre ich so, dass ich auf Durchschnitten von in Alkohol erhärteten Leberstückchen die interlobulären Gänge aufsuche und dann von ihrer Umgebung vollständig befreie, so dass das Mikroskop keine Spur von anhängenden Gefässen mehr entdecken lässt. Diese Durchschnitte der von allem Fremdartigen getrennten Gänge werden dann in Essigsäure von 10 % oder in einer Mischung von 1 Th. rectificirtem Holzessig und 2 Th. Wasser macerirt (Moleschott's Kalilauge bewährt sich bei in Alkohol erhärteten Präparaten nicht). Sorgsame Zerzupfung mittelst sehr feinspitziger Nadeln zeigte mir dann als Bestandtheil der Gallengangwandung ausser Bindegewebsbündeln und elastischen Fasern spindelförmige Gebilde mit einem länglichen Kerne in der Mitte, deren Aussehen sich in Nichts von den contractilen Faserzellen, die aus der Wandung kleinerer Arterien auf dieselbe Methode erhalten werden können, unterschied. Wer hier freilich die typischen Formen, die aus den grossen Muskelhäuten z. B. des Darmes oder Magens dargestellt werden, erwartet, der wird vergeblich suchen. Aber die Elemente der Media mikroskopischer Arterien weichen auch durch ihre viel geringere Länge und ihre meist feine Zuspitzung an den Enden von jenen sichtlich ab, und gerade diesen letzteren Formen gleichen die aus den Gallengängen darstellbaren vollständig. Ich glaube sonach an der Anwesenheit circulär wie longitudinal verlaufender contractiler Zellen in der bindegewebigen Grundlage der Wandung der interlobulären Gallenwege nicht zweifeln zu dürfen. Sie reichen, wie mir scheint, fast so weit, wie das Cylinderepithel sich in die feineren Gänge erstreckt. Vielleicht sieht Mancher eine Bekräftigung für meine Angabe in dem Umstande, dass, wie ich mit völliger Sicherheit beobachtet, zu der jene Elemente enthaltenden Schicht sich (gar nicht sparsame) Stämmchen markloser Nervenfasern begeben; ich habe sie an Holzessigpräparaten vollständig isolirt dargestellt.

Das Erörterte als sicher vorausgesetzt, gewinnen nun die Erscheinungen, welche wir bei der Rückenmarksreizung in der ersten Periode beobachtet haben, eine sehr einfache Deutung. Der erste sichtbare Effect derselben ist eine Austreibung des Inhaltes der sich zusammenziehenden Gänge: daher die scheinbare Beschleunigung der Secretion, die Verlangsamung der Resorption, welche selbst dann, wenn sie unter relativ sehr hohem Drucke geschieht, scheinbar in Secretion umschlägt (IV, A, V, A); daher endlich die vielen Unregelmässigkeiten, wenn die Geschwindigkeit des Gallenausflusses an dem sich selbst überlassenen Thiere genauer beobachtet wird. *)

Eine Beobachtung, die nicht wenig zu meinen Gunsten spricht, habe ich schon vor 2 Jahren mit den Studirenden J. LICHTHEIM und MAX HEIDENHAIN angestellt, ohne dass wir sie uns damals deuten konnten. Bekanntlich gerathen die Muskeln der Därme, des Uterus etc. in starke Zusammenziehung, wenn man die Aorta comprimirt. Wir beobachteten die Secretionsgeschwindigkeit der Galle, welche unter Nulldruck ausfloss, in einer horizontalen Glasröhre und sahen jedesmal bei Compression der Aorta (unmittelbar hinter dem Abgange der Kopfarterien) den Gallenausfluss sich beträchtlich vermehren.

VI. Versuchsbeispiel. Bei einem Kaninchen rückte in der Glasröhre, während der Aortenstrom je 1 Min. frei war und die folgende Minute unterbrochen wurde, die Gallensäule in den einzelnen

---

*) Wenn man die oben mitgetheilten Versuche über Secretion und Resorption wiederholt, wird man öfters nicht den ganzen Ablauf der Erscheinungen, wie sie die aufgeführten Versuchsbeispiele zeigen, zu Gesichte bekommen. Bei den Secretionsversuchen z. B. folgt auf die Rückenmarksreizung mitunter nur die plötzliche Steigerung des Gallenausflusses, nach welcher zwar stets wieder eine Verringerung eintritt, aber nicht bis unter diejenige Grösse der Ausflussgeschwindigkeit, welche vor der Reizung bestand. Dies Verhalten tritt namentlich ein, wenn man den Reizversuch bereits mehrfach wiederholt hat, und erklärt sich einfach dadurch, dass die Gefässverengerung und die durch sie bedingte Herabsetzung des Capillardruckes wegen Ermüdung der Gefässmusculatur oder Erschöpfung der Nerven nur kurze Zeit anhält. Auch in den oben mitgetheilten Versuchsbeispielen finden sich Andeutungen dieses Verhaltens.

Minuten vor um: 8—16—3—15—2—12—2—13—2—12—2—13 Mm.; nach einer Pause von einigen Minuten 7—40—3—12—1,5—12,5—3 Mm.; die Ausflussgeschwindigkeit steigerte sich also jedesmal während der Blutstromhemmung in ganz eminenter Weise. Damals noch in der Vorstellung befangen, dass die Gallenwege der Contractilität entbehrten, suchte ich nach möglichen Erklärungen für die vermeintliche Secretionssteigerung, während jetzt die Thatsache in ganz anderem Lichte erscheint.

Aus den in diesen Zeilen niedergelegten Beobachtungen geht hervor, dass für die Leberfunction die Contractilität der Blutgefässe, wie die der Gallenwege eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Der jeweilige Capillardruck wirkt nach zwei Richtungen hin: er bestimmt die Geschwindigkeit der Secretion; er hat ferner erheblichen Einfluss auf die bereits bei geringen Abflusswiderständen in den interlobulären Gängen stattfindende Resorption. Wenn man die unmittelbare Aneinanderlagerung der Blutgefässe und Gallenwege in den interlobulären Räumen erwägt und sich vergegenwärtigt, dass bei der im Ganzen bedeutenden Steifheit und Unnachgiebigkeit des Lebergewebes die interlobulären Spalten kaum einer erheblichen Ausdehnung oder Verengerung fähig sein, vielmehr — natürlich abgesehen von lange anhaltenden abnormen Bedingungen — eine ziemlich constante Breite besitzen werden, so kommt man zu eigenthümlichen Folgerungen bezüglich des gegenseitigen Verhältnisses der Blut- und Gallenwege. Die Verengerung der einen wird eine Erweiterung und stärkere Füllung der andern im Gefolge haben müssen, da sie zusammen einen bestimmten Bruchtheil des zwischen zwei Läppchen vorhandenen spaltförmigen Raumes auszufüllen haben. Verengen sich die Gallenwege, um ihren Inhalt nach der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in die grösseren Gänge und durch diese in den Darm, resp. die Blase zu entleeren, so werden sich die in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft liegenden Zweigelchen der Pfortader und Leberarterie erweitern und damit der Druck in den intralobulären Capillaren, die von denselben versorgt werden, steigen, was eine Vermehrung der Secretion zur Folge haben muss. Das in den

intralobulären Gängen gebildete Secret wird aber bei Wiedererschlaffung der interlobulären Wege schnell in diese abfliessen, da in ihnen durch die voraufgegangene Entleerung der Druck auf einen sehr geringen Werth gesunken ist. Man sieht, dass wiederholte Entleerungen der intralobulären Gallenwege in hohem Grade begünstigend auf die Gallenabsonderung wirken müssen. Es dürften kaum in einer andern Drüse die jeweiligen Contractionszustände der zuführenden Blutgefässe und der das gebildete Secret ableitenden Gänge in solchem Grade bestimmend für die Intensität des Secretionsvorganges sein, wie in der Leber. Doch wird es gerathen sein, bis zu weiteren Fortschritten in der experimentellen Untersuchung es bei den bisherigen Andeutungen bewenden zu lassen, da ja in unsern dargelegten Erfahrungen nur der Beginn einer näheren Erkenntniss einiger in das Wesen des Secretionsvorganges eingreifenden Momente zu sehen ist.

V.

Kleinere Mittheilungen.

Von

R. Heidenhain.

1. Über die Reaction der thätigen Nerven.

Bald nachdem E. Du Bois-Reymond seine bekannten Untersuchungen über die saure Reaction der Muskeln nach dem Absterben und nach anhaltender Thätigkeit veröffentlicht hatte, machte O. Funke in den Berichten der Kön. Sächs. Gesellsch. der Wissenschaften zu Leipzig (Sitz. vom 13. Aug. 1859) Beobachtungen über die Reaction der Nervensubstanz bekannt, welche sich enge an die Angaben des ersteren Forschers bezüglich der Muskeln anschlossen. Das frische Rückenmark sollte neutral reagiren, das abgestorbene vor Eintritt der Fäulnisszersetzungen sauer, die Nervenstämme sich ähnlich verhalten. Das Rückenmark und der Ischiadicusstamm von Thieren dagegen, die an Strychninkrämpfen gestorben, sollte constant deutliche, oft stark saure Reaction zeigen.

Diese Mittheilungen sind sehr häufig citirt worden, ich habe aber nirgends gefunden, dass die Beobachtungen wiederholt und bestätigt worden wären. Doch ersehe ich aus dem Tageblatte der letzten Naturforscher-Versammlung (zu Frankfurt a. M.), dass Oscar Liebreich das Funke'sche Resultat einer Säuerung der Nervensubstanz nicht hat erreichen können.

Ich muss nach einer ziemlich grossen Zahl von Versuchen, die ich im Anschlusse an meine Untersuchungen über die Säuerung der Muskeln bei verschiedener Arbeitsleistung im Früh-

jahre 1865 angestellt habe, dem Widerspruche LIEBREICH's durchaus beitreten. Als Reagens zur Prüfung wählte ich nicht Lacmuspapier, sondern Lacmustinctur, nach früher von mir gemachten Angaben bereitet. Die zu untersuchenden Nervenmassen wurden entweder unmittelbar in der Lacmustinctur zerquetscht oder, weil bei diesem Verfahren die Lösung leicht sehr trübe wird, Auszüge derselben mit Wasser oder mit Kochsalzlösung bereitet, klar filtrirt und das Filtrat mit der Tinctur versetzt. Das Filtrat wird häufig opalescent, wenn man nicht Thierkohle zu Hülfe nimmt, die aber durch Salzsäure von den immer beigemengten Kalksalzen befreit und dann so lange geglüht werden muss, bis alle Salzsäure verjagt ist. Endlich habe ich auch die in Wasser oder Kochsalzlösung zerquetschten Nerventheile durch Pergamentpapier gegen Lacmuslösung diffundiren lassen.

Auf keine dieser Weisen ist es mir je gelungen, an den Nervenstämmen von Fröschen oder Kaninchen nach noch so langem Tetanisiren vom Rückenmarke aus deutliche Säuerung zu finden. Ich pflegte den einen Ischiadicus zu durchschneiden, um ihn der tetanisirenden Einwirkung zu entziehen, und dann aus den Nerven beider Seiten auf gleiche Weise Auszüge zu bereiten. Sie zeigten keine merkliche Verschiedenheit ihrer Reaction. Dasselbe negative Resultat erhielt ich am Rückenmarke, wenn ich dasselbe bei Kaninchen in der Mitte der Dorsalgegend durchschnitt, dann in die untere Hälfte nadelförmige Elektroden einsenkte und vermittelst dieser 2—3 Stunden lang mit regelmässigen kurzen Unterbrechungen, die nach DU BOIS' Methode ein Pendel besorgte, die Ströme des Magnetelektromotors leitete. Der Vergleich der untern, so stark gereizten Rückenmarkshälfte mit der obern liess nie einen zweifellosen Unterschied der Reaction hervortreten.

Wenn ich erwäge, wie ausserordentlich verschieden die Lacmustinctur durch einen ruhenden und einen tetanisirten Wadenmuskel gefärbt wird, so ist es mir zweifellos, dass wenigstens von einer derartigen Säurebildung, wie sie in den

Muskeln durch ihre Thätigkeit eingeleitet wird, bei den Nerven auch nicht entfernt die Rede sein kann.

Bis jetzt liegt überhaupt keine Thatsache vor, welche zu der Annahme führte, dass der Stoffwechsel in den thätigen Nerven ein sehr reger wäre. Dürften VALENTIN's Angaben betreffs der Wärmeentwickelung in den thätigen Nerven als gesichert gelten, so würde darin ein Hinweis auf lebhafte chemische Processe liegen. Allein mit den recht empfindlichen thermoelektrischen Apparaten, die ich bis jetzt besitze und die ihre Proben bei meinen Untersuchungen über die Wärmeentwickelung bei der Muskelthätigkeit bestanden haben, bin ich, wie früher HELMHOLTZ, zu durchaus negativen Resultaten bezüglich der Nerven gekommen. Ich betrachte gleichwohl diese Frage noch nicht als abgeschlossen, bin vielmehr seit längerer Zeit bestrebt, die Untersuchungsmethoden noch mehr zu entwickeln, um zu einer Entscheidung in dieser interessanten Frage zu gelangen.

2. Über die Verbreitung der Fasern des Nerv. accessorius Willisii in den Ästen des Nerv. vagus.

Hr. ALBERT BURCKHARD hat im Sommer 1865 in meinem Institute Beobachtungen über die Verbreitung der Fasern des Nerv. accessorius Willisii in den Zweigen des herumschweifenden Nerven angestellt. Da er dieselben in einer zu Halle im Sommer 1867 erschienenen Inaugural-Dissertation ausführlicher beschrieben, beschränke ich mich an diesem Orte auf eine ganz kurze Mittheilung der Ergebnisse.

Die Methode der Versuche bestand darin, dass der Nerv. accessorius bei Kaninchen aus dem Foramen jugulare vorsichtig ausgerissen und nach einer für die Degeneration der vom Centro getrennten Fasern ausreichenden Zeit die Verästelung des Vagus auf die Anwesenheit fettig entarteter Fasern untersucht wurde.

Von den Kehlkopfsnerven enthielt der untere, und zwar ausschliesslich, entartete Fasern; in dem obern waren solche anfangs nicht zu entdecken. Erst nach häufig wiederholter Untersuchung gelang es, in dem Stamme des Laryngeus

superior eine nicht grosse Anzahl degenerirter Elemente zu finden, die sich in den zum M. crico-thyreoideus gehenden Zweig fortsetzten. Die experimentelle Controle verificirte diesen Befund: während unter normalen Verhältnissen elektrische Reizung des Laryngeus superior tetanische Verkürzung jenes Muskels herbeiführte, hatte nach vorgängiger Ausrottung des Beinerven die Reizung keinen Erfolg.

Zum Pharynx konnte Hr. BURCKHARD nur einen Vaguszweig verfolgen, denjenigen, welchen LONGET als untern beschreibt. Dieser enthielt zahlreiche degenerirte Fasern.

Die Rami oesophagei und gastrici waren stets normal; ebenso wenig konnten in den Lungenzweigen abnorme Fasern aufgefunden werden.

Die zum Herzen gehenden Zweige dagegen zeigten, soweit sie Hr. B. untersucht hat, sehr entwickelte Entartung. Ob Hr. B. alle Herzzweige untersucht hat, muss ich nach den neuern Beschreibungen derselben beim Kaninchen (BEVER in dem 2. Hefte der Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Würzburg) dahingestellt sein lassen.

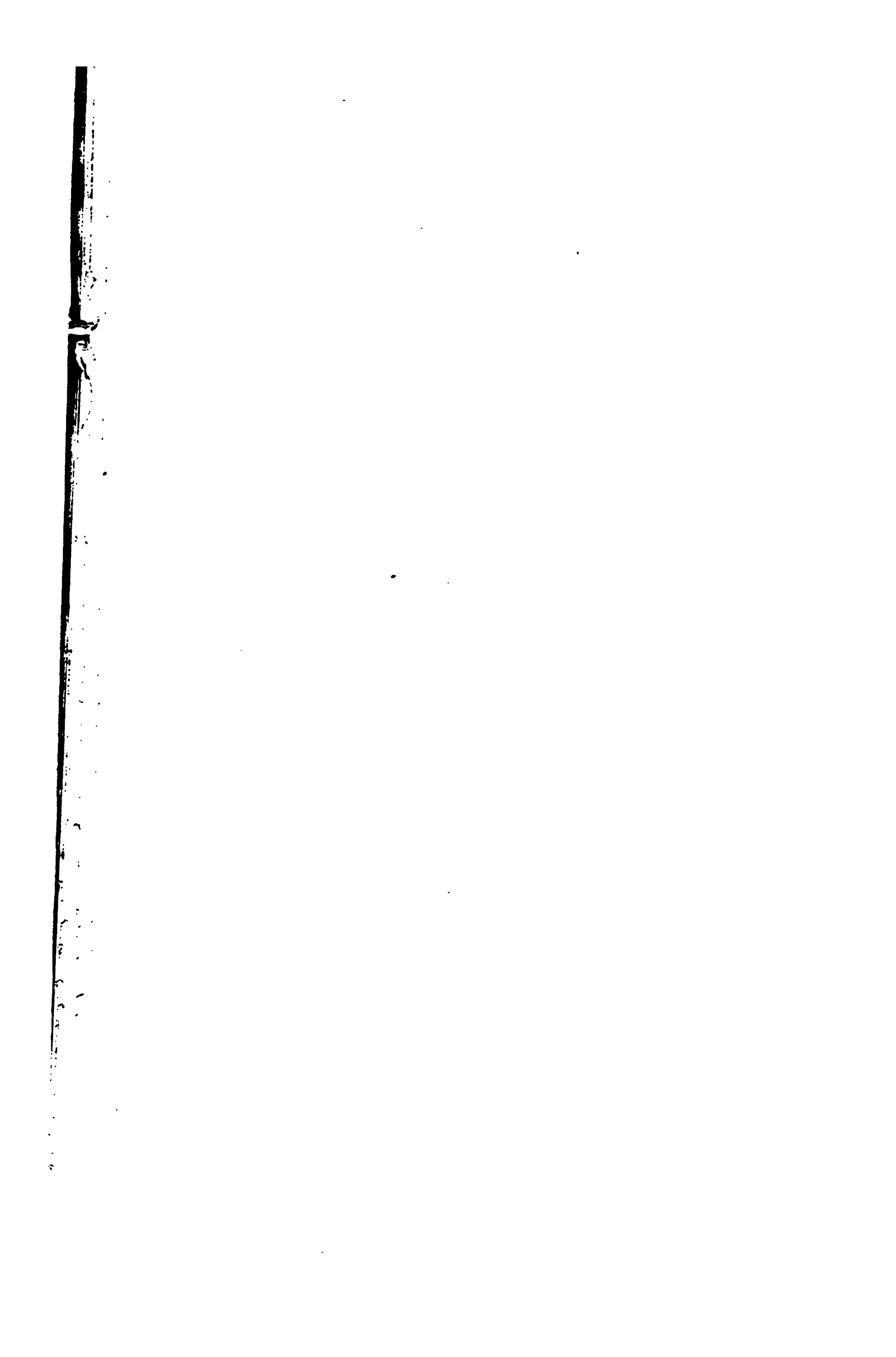


Fig. II.



Fig. III.

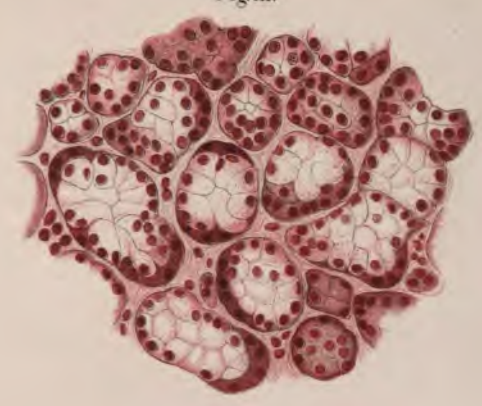


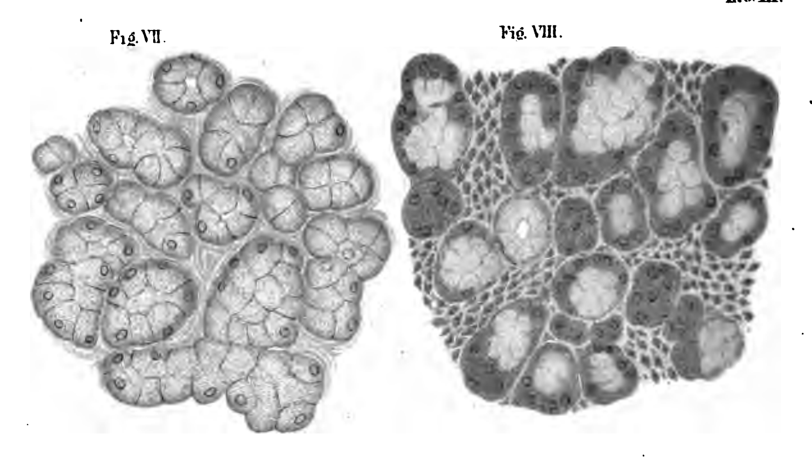
Fig. I.

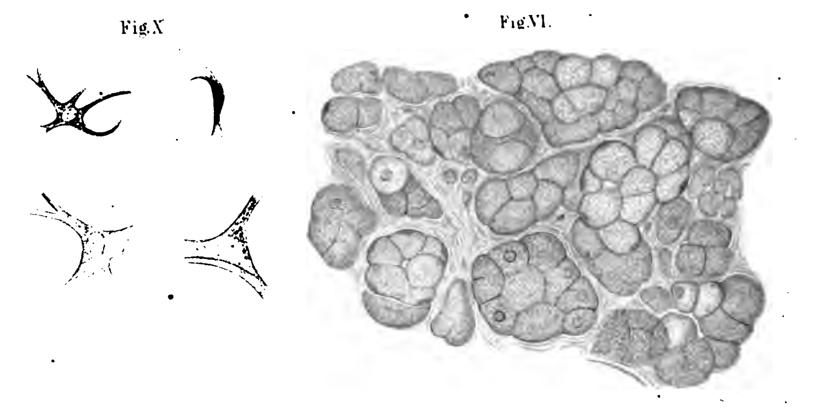


A. Asmann ad nat. del. 1855

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

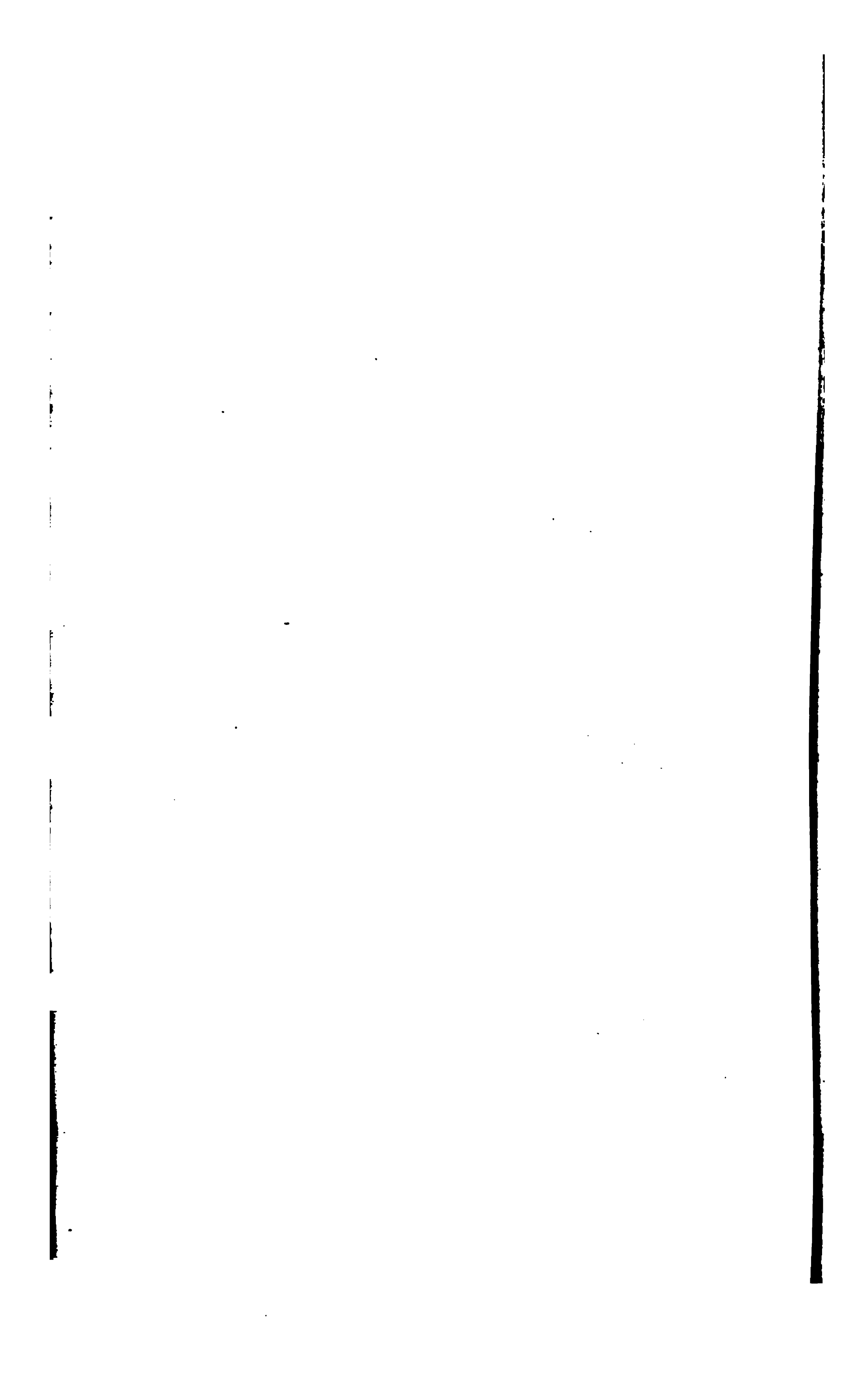
Tab. III.

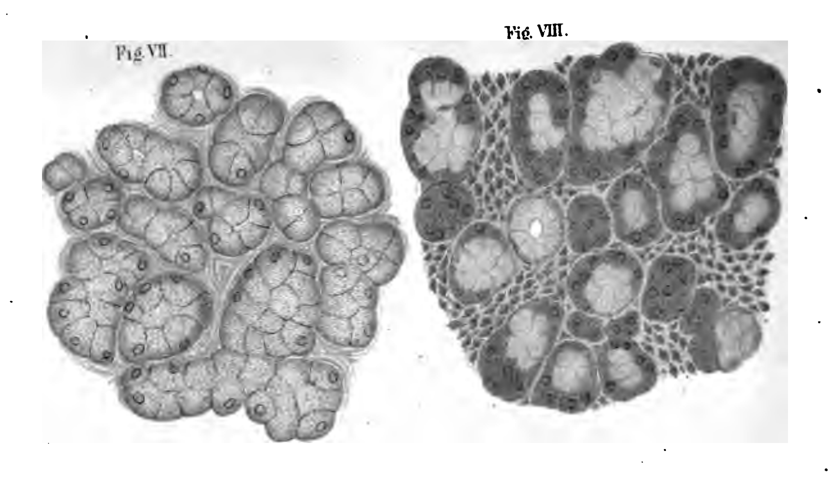




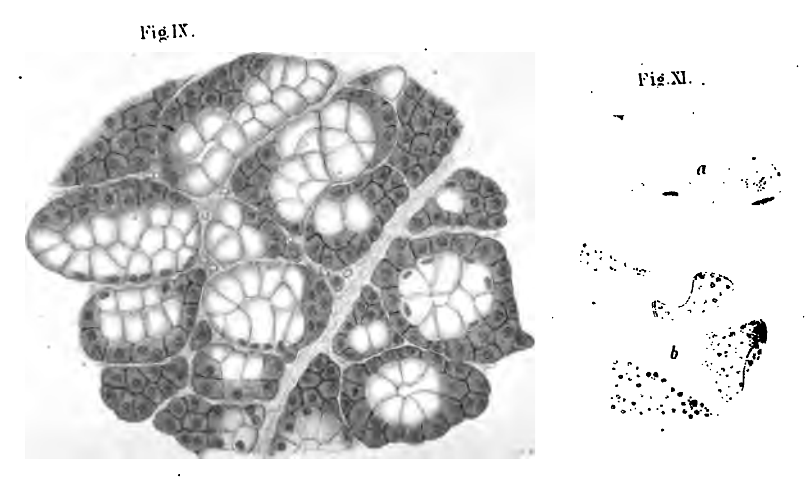


Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.





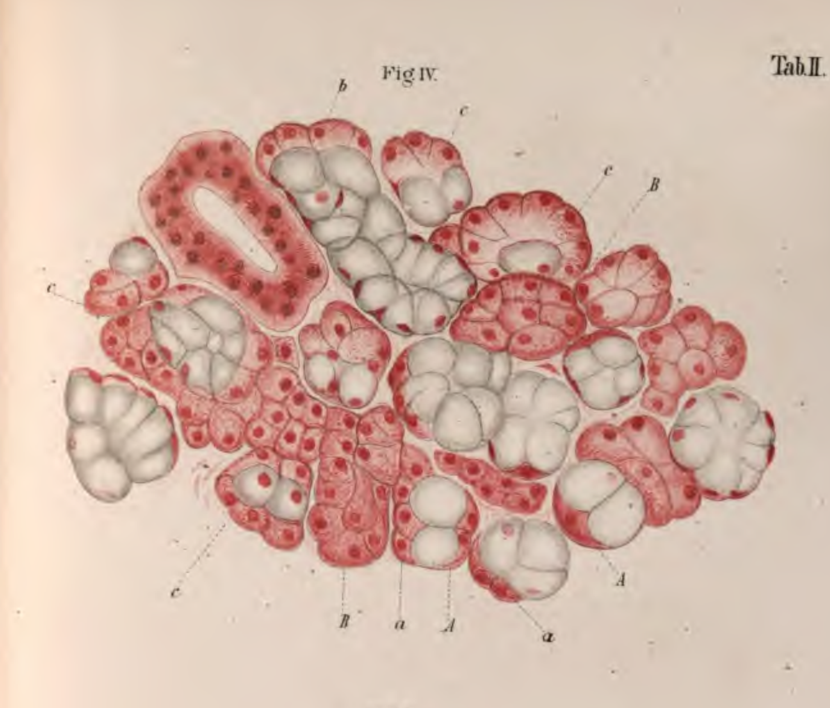




Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.

Tab. II.

Fig IV.



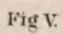
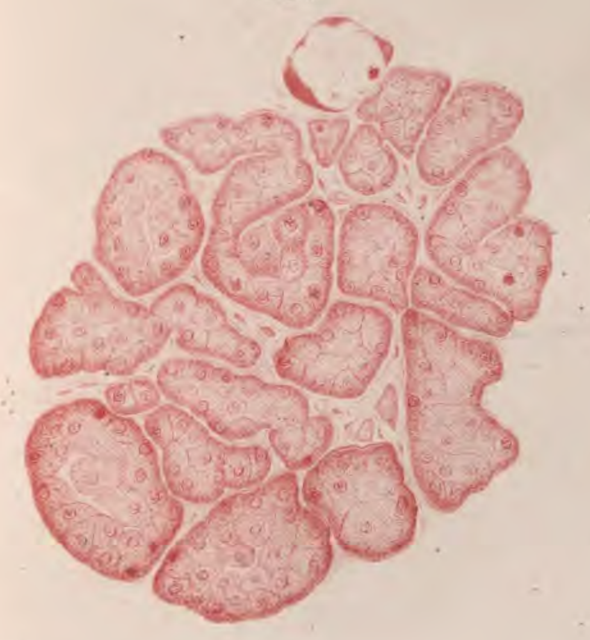


Fig V.



Tab. III.

Fig. VII.

Fig. VIII.

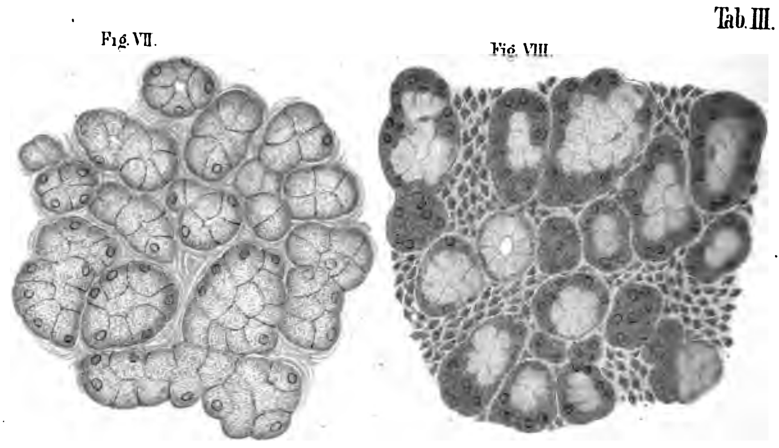


Fig. X

Fig. VI.

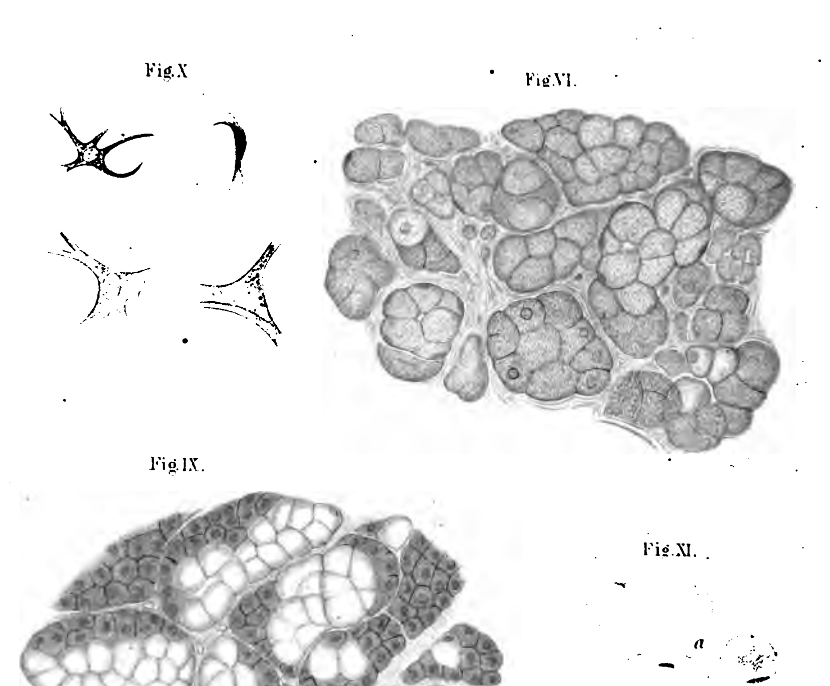


Fig. IX.

Fig. XI.

a

b

Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.

Tab. IV.


Fig. XII.
Fig. XVIII.
Fig. XIX.
Fig. XIII.
Fig. XIV.
Fig. XVI.
Fig. XV.
Fig. XVII.
Fig. XII. A. Assmann,





Pathologie der
eh. 20 Ngr.

ständigkeit der
uchungen nach.
1 Thlr. 15 Ngr.

der Ganglien-
m Anhange von
847. geh.
1 Thlr. 15 Ngr.

e Textur des
e. Mit 5 lithogr.
2 Thlr.

Theile. gr. 8.
1 Thlr. 15 Ngr.

n Instituts zu
1. geh. 1 Thlr.

. geh. 1 Thlr.

. geh. 27 Ngr.

nd Stoffumsatz
uskelkräfte. Mit
1 Thlr. 10 Ngr.

Sammlung von
tischen Chirurgie.
20 Ngr.

. geh. 20 Ngr.

10 Ngr.

logie der . . rn-
15 Ngr.

Schwartz, Herm., die vorzeitigen Athembewegungen. Ein Beitrag zur Lehre von den Einwirkungen des Geburtsactes auf die Frucht. gr. 8. 1858. geh. 1 Thlr. 15 Ngr.

Volkmann, A. W., Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Mit 3 Kupfertafeln. 8. 1836. geh. 1 Thlr. 10 Ngr.

—— Die Lehre von dem leiblichen Leben des Menschen, ein anatomisch-physiologisches Handbuch zum Selbstunterricht für Gebildete. Mit 8 lithogr. Abbildungen. gr. 8. 1837. geh. 2 Thlr. 15 Ngr.

—— Streifzüge im Gebiete der exacten Physiologie. Eine Streitschrift gegen Herrn Prof. G. Valentin. gr. 8. 1847. geh. 10 Ngr.

—— die Hämodynamik nach Versuchen. Mit 10 Tafeln Abbildungen. gr. 8. 1850. geh. 3 Thlr. 15 Ngr.

—— Untersuchungen über die Pulsfrequenz (Separatabdruck aus dessen Hämodynamik). gr. 8. 1850. geh. 3 Ngr.

—— Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik. Erstes Heft. Mit 21 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. 1863. geh. 1 Thlr.

—— Dieselben: Zweites Heft. Mit 13 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. 1864. geh. 15 Ngr.

